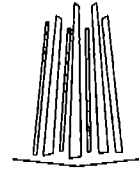




UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON



ENEP-ARAGON

"ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PRACTICAS DE CNC
PARA LOS LABORATORIOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA DE LA
ENEP - ARAGON"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

NICOLÁS ALVARADO TREJO

SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEX.

2005

m. 340198



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE NICOLAS ALVARADO

TRETO.

FECHA: 25-NOV-2004.

FIRMA: Nicolas.

AGRADECIMIENTOS:

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Y
A LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS
ARAGÓN,**

por la formación académica y por los conocimientos adquiridos

Al Ing. Ángel Alfonso Sánchez Razo,

A quien considero un gran amigo, por la confianza y oportunidades brindadas para la realización de este proyecto.

A la memoria del Ing. Ricardo Mondragón Pérez (q.e.p.d.),

A quien también consideré un gran amigo, por los consejos y buenos momentos que compartimos, porque él fue quien me dio la pauta para iniciar este proyecto,

Gracias, doquiera que se encuentre.

Al Ingeniero Federique Jaregui Renaud,

Por haber dirigido esta tesis y por las facilidades otorgadas, gracias.

AGRADECIMIENTOS:

A mis abuelitos,
Por ofrecerme su experiencia.

A mis padres,
Por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios, por dejarme subir peldaños por mis propias manos y por apretar las riendas, cuando equivocado ponía en peligro mi conciencia, mis pensamientos y mi vida, mi más sincero agradecimiento por siempre.

A mis hermanos,
Por las peleas que el tiempo ha madurado y convertido en fuertes lazos de amistad, creando momentos inolvidables en mi vida.

A Mónica y Veda,
Con amor y cariño por su apoyo, por compartir los momentos difíciles, por darme motivos para salir adelante, por haber llenado mi vida de ilusión y alegría.

A mis tíos,
De quienes siempre he recibido un gesto de apoyo, en los momentos necesarios.

A mis amigos,
Y a todos aquellos que tomaron parte en mi formación profesional, **GRACIAS.**

OBJETIVO:

Elaborar un manual que facilite las actividades de alumnos y profesores, en el uso y manejo de equipo de CNC en el laboratorio de diseño y manufactura de la ENEP – ARAGON.

ALCANCES Y LIMITACIONES:

Mediante el presente trabajo, los alumnos del laboratorio de diseño y manufactura de la ENEP-ARAGON, podrán tener mayor aprovechamiento de los equipos con que cuenta este, debido a que tendrá una secuencia lógica cada una de las partes que conforman el proceso de C.N.C.

Así también podrán interrelacionar la teoría adquirida en las aulas, con la práctica recibida en los laboratorios de diseño y manufactura de la ENEP-ARAGON, orientadas ambas a su aplicación en el ámbito laboral. Es pertinente aclarar que como todo proyecto, este cuenta con alcances y limitaciones:

ALCANCES:

- Simulación de trayectorias programadas, por medio de los teclados EMCO –TRONIC
- Que los alumnos puedan utilizar maquinaria semi-industrial de alta tecnología (Torno CINCINATTI, MOD. TC-150), en la cual puedan simular y manufacturar superficies de revolución que cuenten con una geometría difícil de obtener en maquinas herramientas convencionales.

LIMITACIONES:

Al no contar con maquinaria EMCO-TRONIC, solo podrá realizarse la simulación de las superficies deseadas, sin embargo, no importara que estas, sean de una geometría compleja.

La falta de contra-punto en el torno cincinatti, también estará limitándonos, por el momento, a maquinar piezas de una longitud no mayor a 3 veces el diámetro del material a trabajar.

ANTECEDENTES:

El alto nivel de vida que disfrutamos hoy no ocurrió así como así. Ha sido el resultado del desarrollo de maquinas –herramienta altamente eficientes a lo largo de las ultimas décadas. Alimentos procesados, automóviles, teléfonos, televisores, refrigeradores, ropa, libros y prácticamente todo lo que utilizamos son producidos por maquinaria.

La historia de las maquinas herramienta comenzó en la edad de piedra (hace mas de 50 000 años), cuando las únicas herramientas eran las manuales hechas de madera, huesos de animales, o de piedra.

Entre los años 4 500 y 4 000 a.C., las lanzas y las hachas de piedra fueron reemplazadas por implementos de cobre y de bronce, y la fuerza humana fue sustituida en algunos casos por fuerza animal.

Alrededor del año 1 000 a.C., comenzó la edad del hierro, y la mayor parte de las herramientas de bronce fueron reemplazadas por implementos de hierro con mayor durabilidad. Una vez que los herreros aprendieron a endurecer y revenir el hierro, su uso se generalizo. Mejoraron enormemente las herramientas y las armas, y se domesticaron animales para que proveyeran la fuerza para alguna de estas herramientas, como el arado. Durante la edad de hierro, todos los utensilios que requería el hombre, como los materiales para la construcción de casas y barcas, carretas y mobiliario, eran fabricados a mano por los hábiles artesanos de esa época.

Hace aproximadamente 300 años, la edad de hierro se convirtió en la edad de las Maquinas. En el siglo XVII, la gente comenzó a explorar nuevas fuentes de energía. La fuerza del agua comenzó a reemplazar la fuerza del hombre y de los animales.

La maquinas siguieron mejorando, y la maquina barrenadora hizo que James Watt produjera la primera maquina de vapor en 1776, iniciando la Revolución Industrial. La maquina de vapor hizo posible disponer de fuerza motriz en cualquier área donde se necesitara.

Las maquinas de vapor reemplazaron a las velas y el acero sustituyo a la madera en la industria de la construcción naval. Surgieron las vías del ferrocarril, uniendo paises y los barcos de vapor conectaron continentes. Los tractores de vapor y la maquinaria agrícola mejorada aligeraron las tareas del granjero. Se fabricaron generadores para producir electricidad, y se desarrollaron motores diesel y de gasolina.

El progreso continuó lentamente durante la primera parte del siglo XX, excepto por aumentos repentinos durante las dos guerras mundiales.

Desde los años cincuenta, el progreso ha sido rápido y ahora estamos en la era espacial. Las calculadoras, computadoras, robots y las maquinas y las plantas automatizadas son muy comunes.

Todos , sin importar nuestra ocupación o condición social, dependemos de las maquinas y/o sus productos. A través de una mejoría constante, las maquinas-herramientas se han vuelto mas precisa y eficientes. Una mayor producción y precisión ha sido posible mediante la aplicación de la hidráulica, neumática, fluidica, y dispositivos electrónicos como el control numérico por computadora a las maquinas- herramientas básicas.

Después de la Segunda Guerra Mundial, procesos como el control numérico por computadora, la electro erosión, el diseño asistido por computadora (CAD), la manufactura asistida por computadora (CAM), así como los sistemas de manufactura flexible (FMS) han modificado de manera importante los métodos de fabricación.

Hoy en día vivimos en una sociedad enormemente afectada por el desarrollo de la computadora. Las computadoras afectan el cultivo y la venta de alimentos, los procesos de manufactura, e incluso el entretenimiento. Aun cuando la computadora tiene influencia en nuestra vida diaria, todavía es importante que nosotros, como estudiantes o aprendices seamos capaces de llevar a cabo operaciones básicas en maquinas-herramientas convencionales.

JUSTIFICACIÓN:

La tecnología C.N.C. (Control Numérico Computarizado), es ahora casi indispensable en el taller, pues permite que una computadora controle el trabajo de una máquina, desde la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes, hasta los movimientos de la mesa, el carro y el husillo.

La industria nacional ha entendido que no se puede hacer frente a la competencia global con herramientas del pasado y aunque en México existe una conciencia general sobre las ventajas del uso del C.N.C en la planta, tanto de fabricantes de equipo, distribuidores y empresarios, la recesión económica es el principal freno para el acceso a este tipo de tecnología.

¿Qué obstáculos existen en México para implantar esta tecnología?

El principal es la falta de financiamiento, pues la inversión inicial para adquirir el equipo es pesada, sin embargo, hay que valorar que a la larga los beneficios son claros. Existen empresas nacionales que aunque cuentan con máquinas de alta tecnología, tienen una aplicación errónea, lo cual les genera pérdidas, esto es, que hace falta desarrollar habilidades en el manejo y uso de estas máquinas, para sacar el máximo provecho posible, y así demostrar la rentabilidad de una maquinaria dotada con esta tecnología.

Esta realidad requiere con urgencia de la formación de profesionales en C.N.C.

Lo anterior nos conmina a considerar la importancia que representa para un ingeniero mecánico, el saber controlar y manejar un "actuador" programado.

He de añadir que pretendo que este proyecto sea una aportación para que las futuras generaciones de ingenieros mecánicos egresados de la ENEP - ARAGON, tengan un conocimiento más amplio de lo que es C.N.C, así mismo, espero que el material expuesto pueda ser utilizado para la realización de otros proyectos.

CAPITULADO

- JUSTIFICACIÓN
 - OBJETIVO
 - ALCANCES Y LIMITACIONES
 - ANTECEDENTES
 - INTRODUCCIÓN GENERAL
-

CAPITULO 1] MÁQUINAS HERRAMIENTAS CONVENCIONALES CON DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA.

| | PAG. |
|--|------|
| 1.1] Reseña histórica..... | 1 |
| 1.2] Definición de maquina-herramienta. | 1 |
| 1.3] Clasificación de maquinas herramientas convencionales..... | 2 |
| 1.4] Maquinas herramientas convencionales que producen desprendimiento de viruta..... | 8 |
| 1.5] Herramientas de corte que utilizan..... | 18 |
| 1.6] Parámetros de corte..... | 24 |

CAPITULO 2] MAQUINAS HERRAMIENTA DE C.N.C.

| | PAG. |
|--|------|
| 2.1] Reseña histórica..... | 32 |
| 2.2] ¿Qué es control numérico por computadora?(C.N.C)..... | 33 |
| 2.3] Clasificación de los controles numéricos..... | 34 |
| 2.4] Maquinas herramienta con C.N.C..... | 41 |
| 2.5] Elementos que integran el control numérico..... | 43 |
| 2.6] Factores y Ventajas de un equipo C.N.C..... | 45 |
| 2.7] Herramientas de corte..... | 48 |

**CAPITULO 3] CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN C.N.C.
APLICADOS EN LOS LABORATORIOS
DE DISEÑO Y MANUFACTURA DE LA
ENEP-ARAGÓN.**

| | PAG. |
|--|------|
| 3.1] Introducción a la programación..... | 56 |
| 3.2] Sistemas de programación..... | 62 |
| 3.3] Códigos de programación internacionales..... | 64 |
| 3.4] Bloque de información..... | 67 |
| 3.5] Interpolación..... | 68 |
| 3.6] Planeación del programa..... | 70 |
| 3.7] Códigos de programación en simuladores EMCO-TRONIC TM02..... | 72 |
| 3.8] Códigos de programación en centro de torneado CINCINATTI TC- 150...89 | |

**CAPITULO 4] HERRAMIENTAS CAD-CAM PARA LA
PROGRAMACIÓN EN C.N.C.**

| | PAG. |
|--------------------------------|------|
| 4.1] Introducción..... | 100 |
| 4.2] ¿Qué es CAD?..... | 101 |
| 4.3] ¿Qué es CAM?..... | 104 |
| 4.4] ¿Qué es CAD/CAM?..... | 106 |
| 4.5] Lenguajes para CAM..... | 107 |
| 4.6] Fabricación Flexible..... | 110 |

CAPITULO 5] MANUAL DE PRÁCTICAS PROPUESTO

| | PAG. |
|---|------|
| Práctica # 1 : "APLICACIÓN DE FUNCIONES PREPARATORIAS Y CÓDIGOS G00 Y G01"..... | 113 |
| Práctica # 2 : "UTILIZACIÓN DE LOS CÓDIGOS G02 Y G03"..... | 125 |
| Práctica # 3 : "USO DEL CICLO ENLATADO DE CILINDRADO"..... | 138 |
| Práctica # 4 : "ELABORACIÓN DE RANURAS Y ROSCAS CON CICLO ENLATADOS"..... | 146 |
| Práctica # 5 : "EJERCICIO FINAL DE PROGRAMACIÓN"..... | 159 |

| | PAG. |
|--------------------|------|
| -CONCLUSIONES..... | 168 |
| -BIBLIOGRAFÍA..... | 170 |
| ANEXOS..... | 171 |

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, en el mundo se han originado una serie de cambios en todos los niveles, los cuales se han dado por una serie de necesidades que pedían satisfacción en el menor tiempo posible, la mayoría de estas necesidades fueron el resultado de acontecimientos como la Segunda Guerra Mundial, el crecimiento de la población, la escasez de productos de consumo inmediato, la falta de capacidad de las industrias para poder producir equipos o elementos que posteriormente se utilizarían para obtener materias primas básicas y así un sin número de razones que hicieron que el hombre implementará nuevos diseños, nuevas tecnologías, lo cual también dió como resultado la utilización de nuevos materiales, normas y reglas.

La meta de la industria ha sido siempre producir mejores productos a precios competitivos o menores para ganar mas mercados.

Día con día la competencia en los mercados es mas agresiva, y por tal razón los fabricantes deben buscar la reducción de los costos, elaborar productos de la mejor calidad y conseguir mayor rendimiento por trabajador, mayor producción por maquina y mayor eficiencia y productividad por cada peso de capital invertido. Estos factores justifican el uso de un sistema de automatización, al cual se le ha denominado como: control numérico.

Las maquinas herramienta con control numérico han sido aceptadas ampliamente en todo el mundo, dicha aceptación se deriva del resultado que se obtiene de la mismas por su exactitud, confiabilidad, repetibilidad y productividad.

Estos sistemas de manufactura, (las maquinas con control numérico), poseen grandes posibilidades de uso, además de que prometen grandes ventajas y esperanzas en la fabricación mecánica. Estos sistemas de manufactura que, ya han sido aceptados e instalados en muchas empresas y talleres medianos y pequeños en muchos países del mundo, ya no son muy raros en nuestro país.

Estas nuevas técnicas de calidad y producción se encuentran orientadas fundamentalmente a mejorar la productividad, y para que esto se lleve a cabo efectivamente se requiere que los responsables directos de los medios de producción tengan un conocimiento profundo de los sistemas de manufactura para elegir, de entre muy diversos equipos y componentes, el que mejor convenga a una producción determinada. Todo esto significa un gran reto a la vida profesional del ingeniero.

Lo cual exige a los ingenieros estar más capacitados y más informados acerca de los avances tecnológicos y exige también mayor cultura técnica.

1) MAQUINAS CONVENCIONALES CON DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA

1.1) RESEÑA HISTÓRICA

La remoción de material como un medio de manufactura se remonta a los tiempos prehistóricos cuando los seres humanos aprendieron a tallar la madera y esculpir piedras para hacer implementos de caza y labranza. Hay evidencias arqueológicas de que los antiguos egipcios usaron mecanismos rotatorios de palos y cuerdas para taladrar agujeros.

El desarrollo de las máquinas herramientas modernas se relaciona estrechamente con la Revolución Industrial. Cuando James Watt diseñó su máquina de vapor en Inglaterra alrededor de 1763, uno de los problemas técnicos que enfrentó fue hacer la perforación del cilindro lo suficientemente preciso para prevenir que el vapor se escapara alrededor del pistón. John wilkinson, construyó una máquina perforadora con una rueda movida por agua alrededor de 1775, la cual permitió a Watt construir su máquina de vapor. Esta máquina perforadora se reconoce frecuentemente como la primera máquina herramienta.

Otro inglés, Henry Maudsley desarrolló el primer torno cortador de tornillos alrededor de 1800. Aunque se había usado el torno de madera por muchos siglos, la máquina de Maudsley, adición una herramienta deslizante mecanizada, con la cual se pudieron desempeñar operaciones de avance y roscado con mucha mayor precisión que por cualquier medio anterior.

A Eli Whitney se le acredita el desarrollo de la primera máquina fresadora en Estados Unidos, alrededor de 1818. El desarrollo del cepillo y del perfilador ocurrió en Inglaterra entre 1800 y 1835, como respuesta a la necesidad de hacer componentes destinados a la máquina de vapor, al equipo textil y a otras máquinas asociadas con la Revolución Industrial. El taladro prensa mecanizado fue desarrollado por James Nasmyth alrededor de 1846, el cual permitió taladrar agujeros de precisión en el metal.

La mayoría de las máquinas convencionales de perforado, tornos, máquinas fresadoras, cepillos, perfiladoras y taladros prensa usadas hoy en día tienen el mismo diseño básico que las versiones antiguas, desarrolladas durante los últimos dos siglos. Los centros modernos de maquinado, que son máquinas herramienta capaces de ejecutar más de un tipo de operaciones de corte, se introdujeron en la década de los cincuenta- después de que se desarrolló el control numérico.

1.2) DEFINICIÓN DE MÁQUINA-HERRAMIENTA.

Casi todos los artículos metálicos que produce la industria, contiene piezas elaboradas con máquinas, que, a su vez, se componen de piezas metálicas.

El maquinado es uno de los procedimientos que más se usa para la producción de piezas metálicas de dimensiones exactas y constituye uno de los cinco métodos fundamentales para darle forma al metal, los otros métodos son: Fundición, Forja, Laminado, Troquelado.

El maquinado se efectúa cuando se requiere una superficie lisa y de dimensiones precisas. Al metal se le da forma mediante el desprendimiento o corte de virutas, ya sea con herramientas de corte o abrasivos. Durante el maquinado el material es Torneado, Cepillado, Fresado, o con algún otro método es cambiado de forma o tamaño, arrancándole virutas por medio de una máquina herramienta.

La máquina herramienta es considerada como una máquina estacionaria y no precisamente motorizada que se utiliza para dar forma o modelar materiales sólidos, especialmente metales. El modelado se consigue eliminando parte del material de la pieza o estampándola con una forma determinada. Son la base de la industria moderna y se utilizan directa o indirectamente para fabricar piezas de máquinas y herramientas.¹

¹ OPERACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS

S. F. Kear
Mc Graw Hill

1.3) CLASIFICACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS CONVENCIONALES.

De acuerdo con la norma UNE 15010 se entiende por máquinas herramientas, todas aquellas que, dotadas de herramientas, están concebidas y construidas para reemplazar el trabajo del artesano, y esta denominación se emplea específicamente a las máquinas empleadas para trabajar materiales sólidos, en particular los metales y las maderas. Las máquinas herramientas que describiremos a continuación pertenecen al grupo en el que se emplean para dar forma o mecanizar piezas de materiales sólidos por el procedimiento de arranque de material en forma de viruta.

La industria de las máquinas herramientas se divide en varias categorías diferentes, como son el taller mecánico en general, el de herramientas y el de producción.

Las máquinas herramientas se pueden clasificar en grandes grupos dependiendo sus características, a continuación presento tres tipos de clasificación:

- I) Según S.F. Krar y J.W. Oswald en su libro: ENTRENAMIENTO EN EL TALLER MECÁNICO.
- II) Por el tipo de corte que realizan.
- III) Por el tipo de movimiento de corte.

I) SEGÚN S.F. KRAR Y J.W. OSWALD.

1.-) Máquinas que producen virutas, dan forma al metal, y lo elaboran al tamaño y forma deseados, recortando las secciones no deseadas. Por lo general, estas máquinas alteran la forma de los productos de acero producidos por fundición, forja o rolado en un taller siderúrgico (torno, cepillo, fresa, sierras para cortar metales, rectificadoras, taladro).

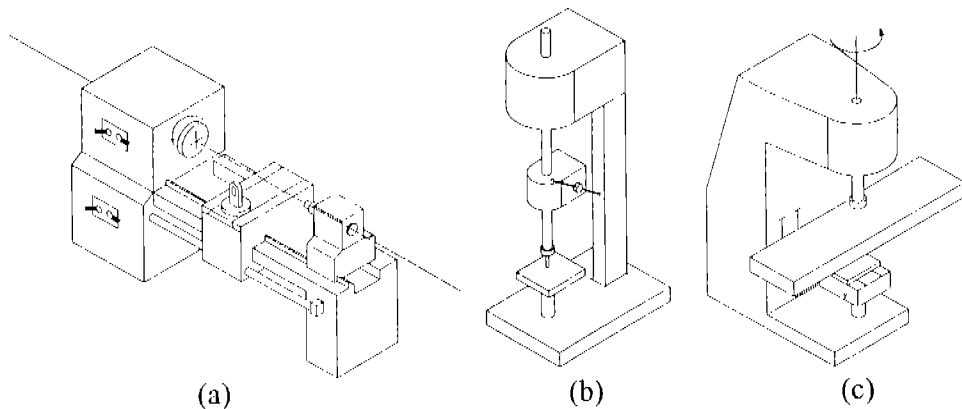
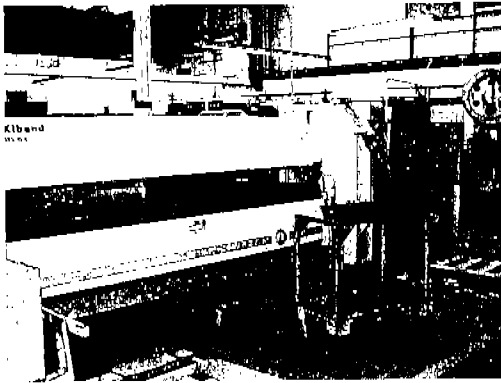
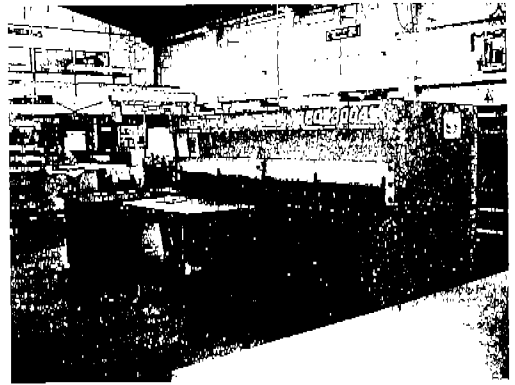


Figura 1-1) Máquinas que producen viruta: a) Torno, (b) taladro y (c) fresadora

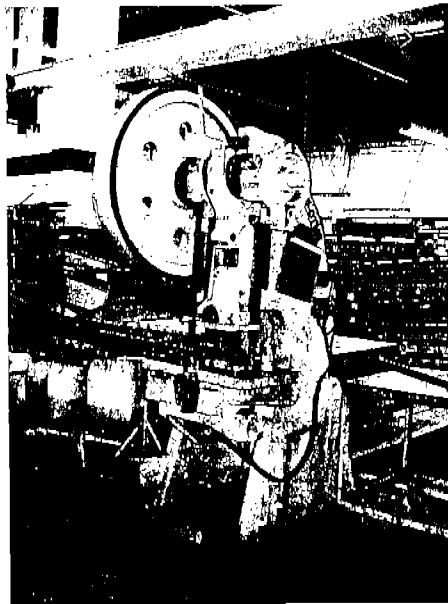
2.-) Máquinas que no producen virutas, forman el metal, hasta llevarlo el tamaño y forma deseados, por presión, estirado o cizallamiento. A menudo, estas máquinas alteran la forma de placas de acero, o de otros productos metálicos y materiales granulares o en polvo (cizalla, dobladora, troquel).



(a)



(b)



(c)

Figura 1-2) Máquinas que no producen viruta: a) Dobladora, (b) Cizalla y (c) Troqueladora.

3.-) Máquinas de la nueva generación se desarrollaron para realizar operaciones que serían muy difíciles, de efectuar en las máquinas tradicionales, sean o no con producción de virutas. Las máquinas de electrodescarga y electroquímica, por ejemplo, emplean la energía eléctrica o la química para llevar al metal a la forma y tamaño deseados.

II) POR EL TIPO DE CORTE QUE REALIZAN.

1.-) Monofiló. En esta clasificación se considera el tipo de corte que realiza la máquina, el cual es de una carrera y solo de frente, con el avance del cortador para lo cual las máquinas que hacen este tipo de corte son: torno mecánico y cepilladora.

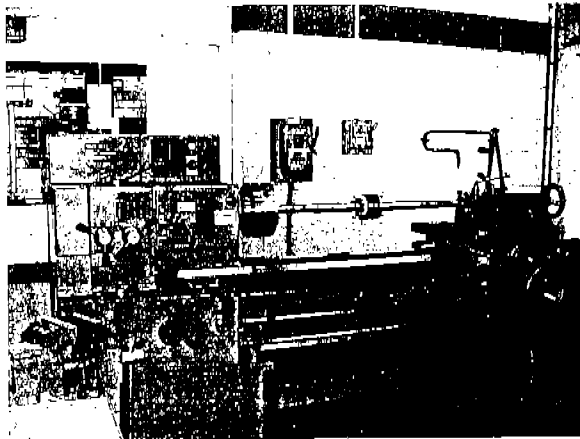
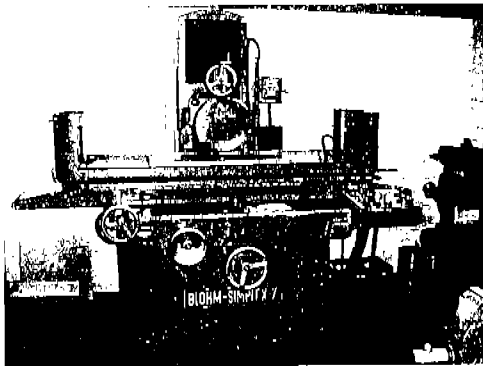
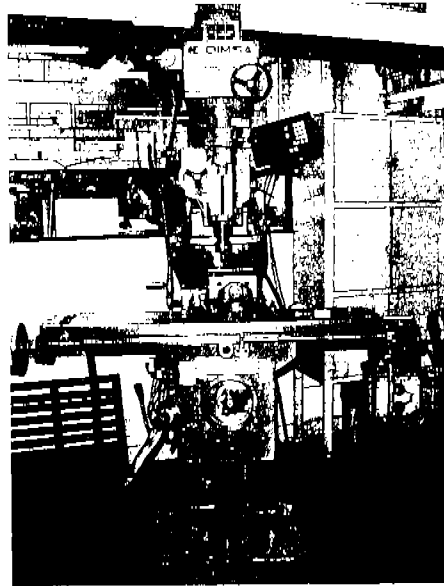


Figura 1-3) El torno mecánico realiza cortes de desbaste de una sola carrera y hacia el frente con una herramienta de corte del tipo monofiló.

2.-) Multifilo. En este caso la herramienta cortante es multifilo y con ayuda de la máquina la cual hace girar a la herramienta cortante en toda la superficie del material a trabajar, algunos ejemplos son: taladradora, rectificadora, fresadora.



(a)



(b)

Figura 1-4) Máquinas que utilizan herramientas de corte del tipo multifilo.

III) POR EL TIPO DE MOVIMIENTO DE CORTE,

1.-) Máquinas en las que el movimiento de corte es circular continuo. Estas se subdividen en :

- Máquinas en las que el movimiento de corte lo posee la pieza y el avance de la herramienta (p. Ej. Torno).
- Máquinas en las que el movimiento de corte y el movimiento de avance pueden proporcionarlo la pieza o la propia herramienta (p. Ej. El taladro, la fresadora).

2.-Máquinas en las que el movimiento de corte es rectilíneo alternativo. Estas se clasifican a su vez en dos grupos:

-Máquinas en las que la herramienta posee el movimiento de corte y la pieza el movimiento de avance (p. Ej. El cepillo).



Figura 1-5) Máquinas en las que el movimiento de corte es rectilíneo y alternativo.

1.3.1) MAQUINADO:

El maquinado es un proceso de manufactura en el cual se usa una herramienta de corte para remover el exceso de material de una parte de trabajo, de tal manera que el material remanente sea la forma de la parte deseada. La acción predominante del corte involucra la deformación cortante del material de trabajo para formar una viruta; al remover la viruta, queda expuesta una nueva superficie.

El maquinado se aplica a una variedad de materiales de trabajo. Prácticamente todos los metales sólidos se pueden maquinar. Los plásticos y los compuestos plásticos se pueden cortar también por maquinado. Los cerámicos presentan dificultades debido a su alta dureza y fragilidad; sin embargo, la mayoría de los cerámicos se pueden cortar exitosamente mediante procesos de maquinado abrasivo.

El maquinado se puede usar para generar cualquier forma geométrica regular, como superficies planas, agujeros redondos, y cilindros. Combinando varias operaciones se pueden producir formas de complejidad y variedad ilimitada.

El maquinado no es solamente un proceso sino una familia de procesos. La característica común es el uso de una herramienta de corte que forma una viruta, la cual se remueve de la parte de trabajo. Para realizar la operación se requiere movimiento relativo entre la herramienta y el material de trabajo. Este movimiento se logra en la mayoría de las operaciones de maquinado por medio de un movimiento primario, llamado la velocidad y un movimiento secundario denominado el avance. La forma de la herramienta y su penetración en la superficie de trabajo, combinada con estos movimientos, produce la forma deseada de la superficie resultante del trabajo.

Hay muchas clases de operaciones de maquinado, cada una de las cuales es capaz de generar una cierta geometría y textura superficial, los tres tipos más comunes son: torneado, taladrado y fresado (Véase figura 1-6).

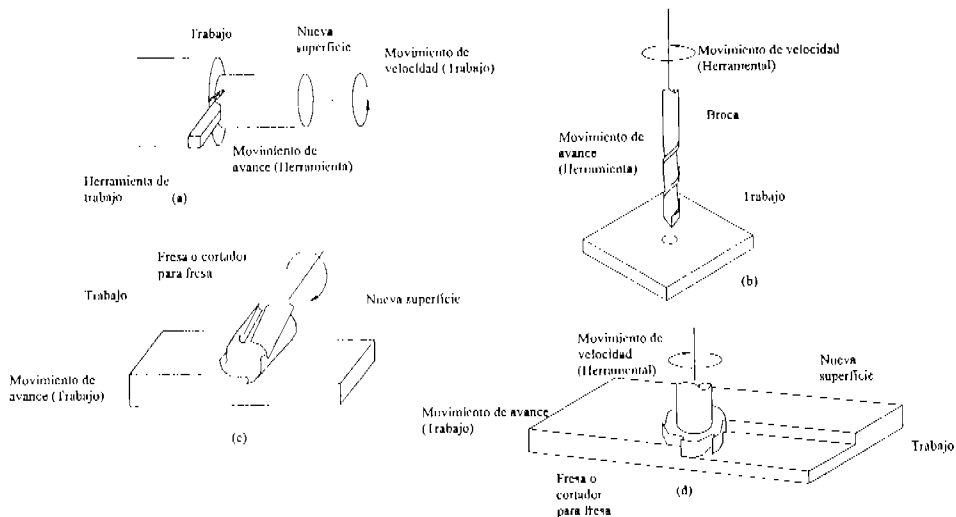


Figura 1-6) Los tres procesos más comunes de maquinado: a) Torneado, (b) taladrado y dos formas de fresado: (c) Fresado periférico y (d) Fresado frontal

1.4) MAQUINAS HERRAMIENTAS QUE PRODUCEN DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA.

Ahora describiremos la importancia de las operaciones de maquinado y algunas maquinas herramientas que se usan para llevar a cabo procesos de maquinado.

1.4.1)TORNO MECÁNICO:

El torno básico usado para torneado y operaciones afines es un Torno mecánico. Es una maquina herramienta muy versátil que se opera en forma manual y se utiliza ampliamente en producción baja y media.

La figura 1-7 es un diagrama de un torno mecánico mostrando sus componentes principales.

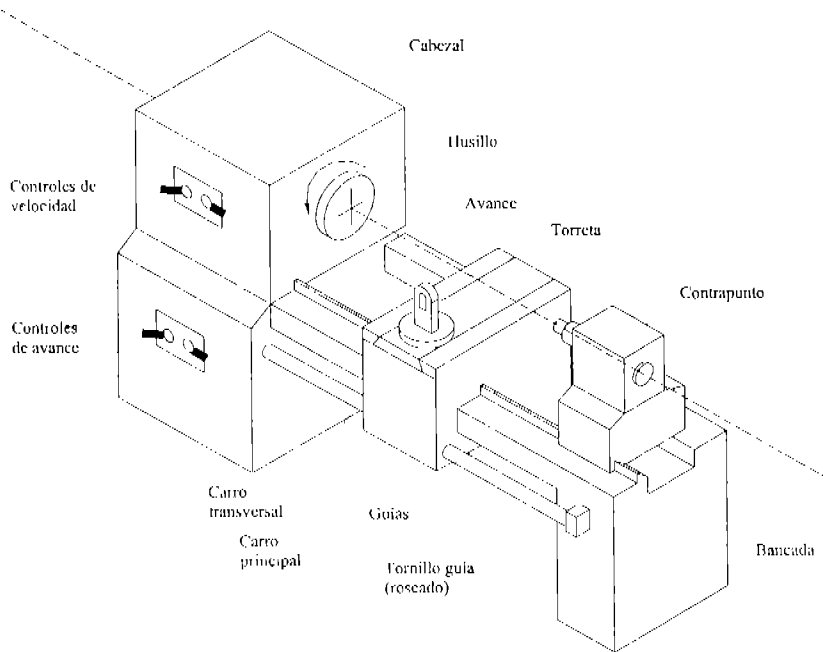


Figura 1-7) Diagrama de un torno mecánico, indicando sus componentes principales.

MÉTODOS DE SUJECIÓN.

Se usan cuatro métodos comunes para sujetar las partes de trabajo en el torneado, que a su vez, consisten en varios mecanismos para sujetar el trabajo, centrarlo y mantenerlo en posición sobre el eje del husillo y hacerlo girar. Los métodos se ilustran en la figura 1-8 y son (a) montura del trabajo entre centros, (b) mandril, (c) boquilla y (d) plato de sujeción.

La sujeción del trabajo en *entre centros* se refiere al uso de dos centros, uno en el cabezal y el otro en el contrapunto. Este método es apropiado para las partes que tienen una alta relación entre la longitud y el diámetro.

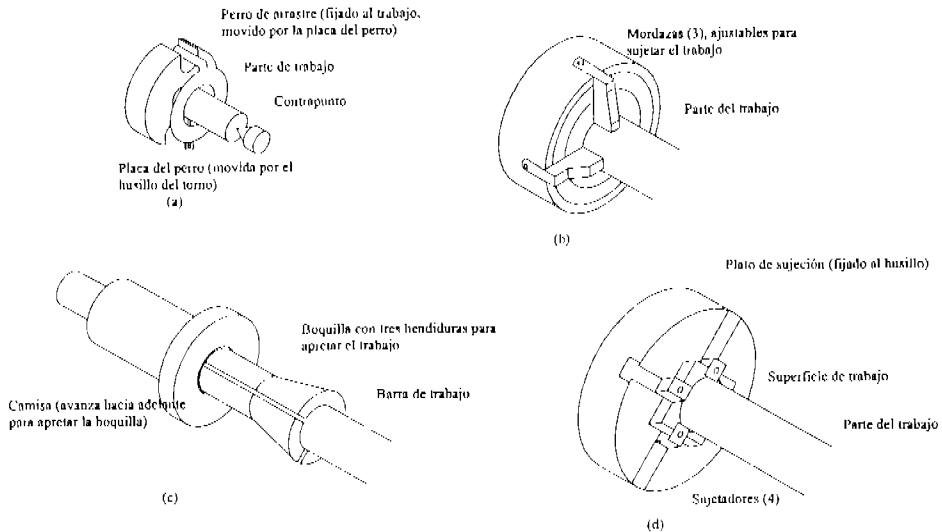


Figura 1-8) Cuatro métodos para sujetar el trabajo en un torno: a) montado en el trabajo usando un perro, b) mandril de tres mordazas, c) boquilla y d) plato de sujeción para las partes no cilíndricas.

OPERACIONES RELACIONADAS CON EL TORNO.

Además del torneado, se puede realizar una gran variedad de operaciones de maquinado en un torno. (fig. 1-9).

- (a) **Careado.** La herramienta se alimenta radialmente sobre el extremo del trabajo rotatorio para crear una superficie plana.
- (b) **Torneado ahusado o cónico.** En lugar de que la herramienta avance paralelamente al eje de rotación del trabajo, lo hace en cierto ángulo creando una forma cónica.
- (c) **Torneado de contornos.** En lugar de que la herramienta avance a lo largo de una línea recta paralela al eje de rotación como en el torneado, sigue un contorno diferente a la línea recta creando así una forma contorneada en la parte torneada.
- (d) **Torneado de formas.** En esta operación llamada algunas veces formado, la herramienta tiene una forma que se imparte al trabajo y se hunde radialmente dentro del trabajo.

- (e) Achaflanado. El borde cortante de la herramienta se usa para cortar un ángulo en la esquina del cilindro y forma lo que se llama un "chaflán".
- (f) Tronzado. La herramienta avanza radialmente dentro del trabajo en rotación, en algún punto a lo largo de su longitud, para tronzar el extremo de la parte. A esta operación algunas veces se le llama partido.
- (g) Roscado. Una herramienta puntiaguda avanza linealmente a través de la superficie externa de la parte de trabajo en rotación y en dirección paralela al eje de rotación, a una velocidad de avance suficiente para crear cuerdas roscadas en el cilindro.
- (h) Perforado. Una herramienta de punta sencilla avanza en línea paralela al eje de rotación, sobre el diámetro interno de un agujero existente en la parte.
- (i) Taladrado. El taladrado se puede ejecutar en un torno, haciendo avanzar la broca dentro del trabajo rotatorio a lo largo de su eje. El escariado se puede realizar en forma similar.
- (j) Moleteado. Esta no es una operación de maquinado porque no involucra corte de material. Es una operación de formado de metal que se usa para producir un rayado regular o un patrón en la superficie de trabajo.

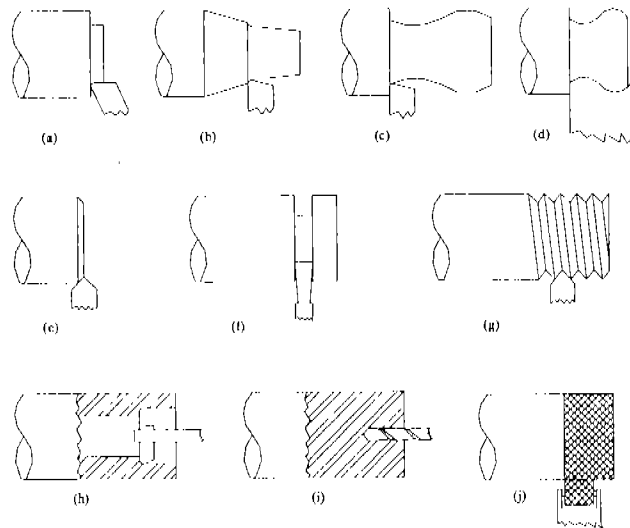


Figura 1-9) Otras operaciones diferentes al torneado que se realizan en un torno: (a) Carcado, (b) Torneado ahusado, (c) Torneado de contornos, (d) Formado en torno, (e) Achaflanado, (f) Tronzado, (g) Roscado, (h) Perforado, (i) Taladrado y (j) Moleteado.

OTROS TORNOS.

Además de los tornos mecánicos, se han desarrollado otras máquinas de torneado para situaciones particulares o para automatizar el proceso de torneado. Entre estas máquinas se encuentran: (1) torno para herramientas, (2) el torno de velocidad, (3) el torno revolver, (4) el torno de mandril, (5) máquina de barra automática, y (6) el torno controlado numéricamente.

TORNO PARA HERRAMIENTAS Y TORNO DE VELOCIDAD.

Estos dos tornos están estrechamente relacionados con el torno mecánico. El torno para herramientas es más pequeño y tiene velocidades y avances disponibles. Se construye también para precisiones más altas en concepto a su propósito de fabricar componentes para herramientas, accesorios y otros dispositivos de precisión.

El torno de velocidad es más simple en su construcción que el torno mecánico. No tiene ni cursor transversal ni tampoco tornillo guía para manejar el carro. El operador solo coloca la herramienta de corte usando un sostén fijo en la bancada del torno. Las aplicaciones de esta máquina incluyen el torneado de madera, el rechazado de metal y operaciones de pulido.

TORNO REVOLVER.

Un torno revolver es un torno operado manualmente en el cual el contrapunto se ha reemplazado por una torreta que sostiene hasta seis herramientas, de manera que las herramientas se pueden poner rápidamente en acción frente al trabajo, una por una girando la torreta. Dada la capacidad de cambios rápidos en las herramientas, estos tornos se usan para trabajos de alta producción que requieren una secuencia de cortes sobre la parte.

TORNO DE MANDRIL.

Como su nombre lo indica, este torno usa un mandril en el husillo para sostener la parte de trabajo. El contrapunto está ausente en esta máquina, de manera que no se pueden montar piezas largas entre centros. Esto restringe el uso de un torno de mandril a piezas cortas y ligeras.

1.4.2) TALADRO PRENSA.

El taladro prensa es la maquina estándar para taladrar. Hay varios tipos de taladros prensa, de los cuales el básico es el vertical (Véase figura 1-10). El taladro vertical se mantiene sobre el piso y esta formado sobre una mesa para sostener la parte de trabajo, un cabezal del taladro con un husillo mecanizado para la broca, y una base y columna para soporte. Una prensa similar, pero mas pequeña es el taladro de banco, el cual se monta sobre una mesa o un banco en lugar de pararse sobre el piso.

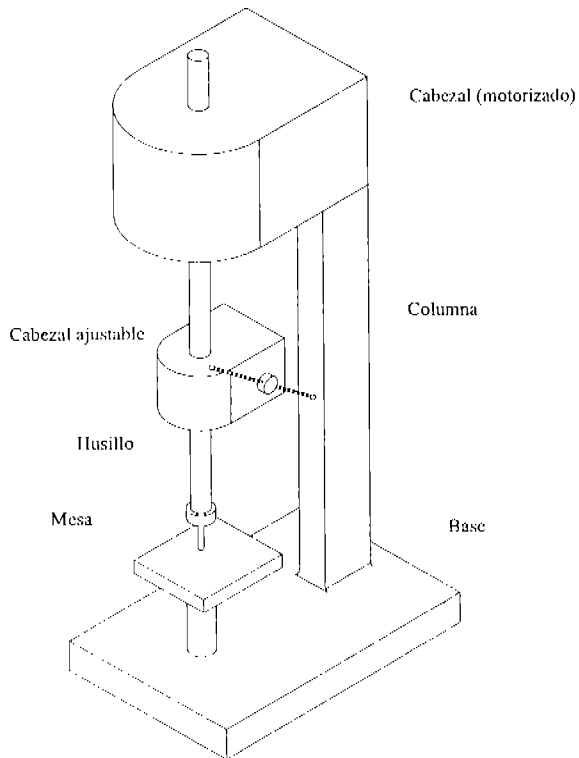


Figura 1-10) Taladro prensa vertical.

OPERACIONES RELACIONADAS CON EL TALADRO.

Operaciones de taladrado (fig. 1-11)

- (a) Escariado. Se usa para agrandar ligeramente un agujero, suministrar una mejor tolerancia en su diámetro y mejorar su acabado superficial. La herramienta se llama escariador el cual tiene por lo general ranuras rectas.
- (b) Roscado interior. Esta operación se realiza por medio de un machuelo y se usa para cortar una rosca interior en un agujero existente.
- (c) Abocardado. En el abocardado se produce un agujero escalonado en el cual un diámetro mas grande sigue a un diámetro mas pequeño parcialmente dentro del agujero. Se usa un agujero abocardado para asentar las cabezas de los pernos dentro de un agujero de manera que no sobresalgan de la superficie.
- (d) Avellanado. Es una operación similar al abocardado salvo que el escalón en el agujero tiene forma de cono para tornillos y pernos de cabeza plana.
- (e) Centrado. También llamado taladrado central, esta operación taladra un agujero inicial para establecer con precisión el lugar donde se taladrara el siguiente agujero. La herramienta se llama mecha centradora.
- (f) Refrentado. Es una operación similar al fresado que se usa para suministrar una superficie maquinada plana en la parte de trabajo en una área localizada.
- (g) Taladrado. Es una operación de maquinado que se usa para crear agujeros redondos en una parte de trabajo. Se realiza con una herramienta cilíndrica rotatoria llamada broca.

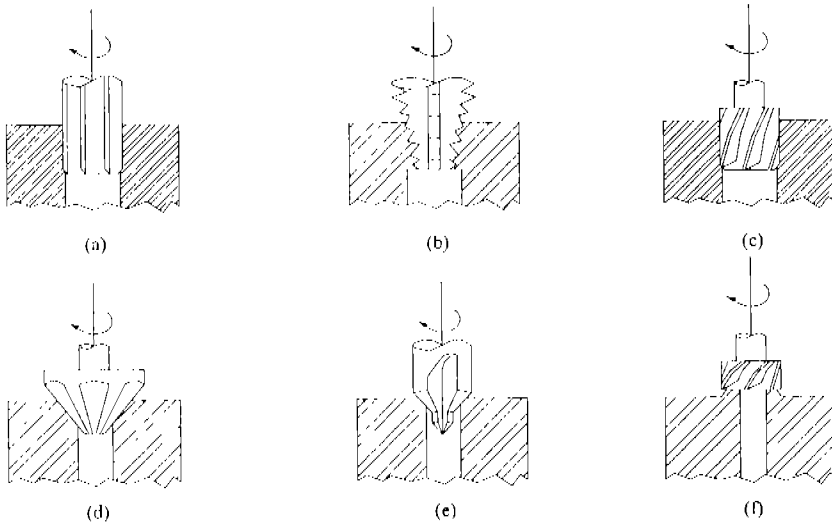


Figura 1-11) Operaciones de maquinado relacionadas con el taladro: (a) Escariado, (b) Roscado interior, (c) Abocardado, (d) Avellanado, (e) Centrado y (f) Refrentado.

TALADRO RADIAL.

Es un taladro prensa grande diseñado para cortar agujeros en partes grandes. Tiene un brazo radial a lo largo del cual se puede mover y ajustarse el cabezal del taladro. Por tanto, puede ponerse en posición a lo largo del brazo en lugares que son significativamente distantes de la columna, lo cual permite acomodar piezas de trabajo grandes.

TALADRO MÚLTIPLE.

Es un taladro prensa que consiste básicamente en una serie de dos a seis taladros verticales conectados en una arreglo en línea. Cada husillo se acciona en forma independiente, pero comparten una mesa de trabajo común. De manera que se pueden realizar operaciones relacionadas de taladrado en serie (por ejemplo, centrado, taladrado, escariado y roscado interior) deslizando simplemente la parte de trabajo sobre la mesa de trabajo de un husillo al siguiente.

1.4.3) FRESADORAS.

Las maquinas fresadoras deben tener un husillo rotatorio para el cortador y una mesa para sujetar y poner en posición y hacer avanzar la parte de trabajo. Varios diseños de maquinas herramienta satisfacen estos requerimientos. Para empezar, las maquinas fresadoras se pueden clasificar en horizontales o verticales. Una maquina fresadora horizontal tiene un husillo horizontal, y este diseño es adecuado para realizar el fresado periférico (por ejemplo, fresado de planchas, ranurado, fresado lateral y atravesado) sobre partes que tienen forma aproximadamente cúbica. Una maquina fresadora vertical tiene un husillo vertical, y esta orientación es adecuada para fresado frontal, fresado de acabado, fresado de contorno de superficies y tallado de dados sobre partes de trabajo relativamente planas. (Véase figura 1-12).

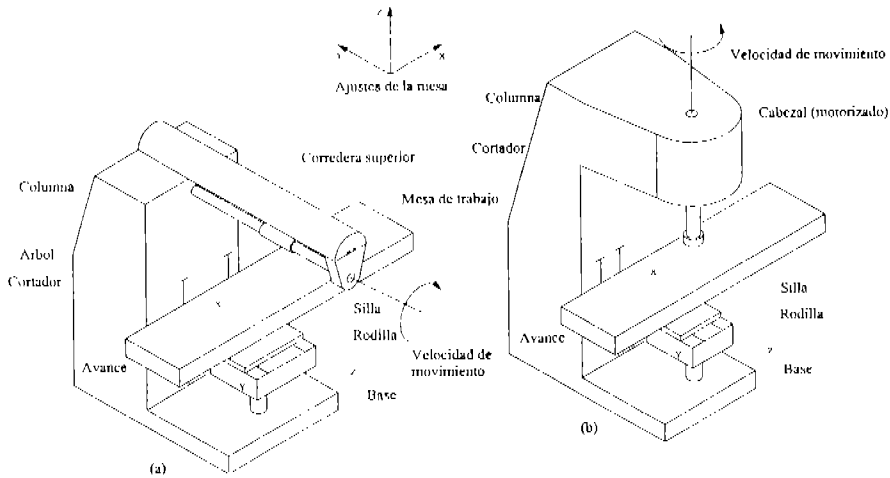


Figura 1-12) Dos tipos básicos de maquina fresadora de rodilla y columna: (a) horizontal, (b) Vertical.

OPERACIONES DE FRESADO.

Hay dos tipos de operaciones de fresado como se muestra en la figura 1-13; (a) fresado periférico y (b) fresado en las caras.

Fresado periférico. El fresado periférico también llamado fresado plano, el eje de la herramienta es paralelo a la superficie que se esta maquinando y la operación se realiza por los bordes de corte en la periferia exterior del cortador. Hay varios tipos de fresado periférico:

- (a) fresado de placa, la forma básica de fresado periférico en la cual el ancho de la fresa se extiende mas allá de la pieza de trabajo en ambos lados.
- (b) ranurado, también llamado fresado de ranuras, en el cual el ancho de la fresa es menor que el ancho de la pieza de trabajo.
- (c) fresado lateral, en el cual la fresa maquina el lado de una pieza de trabajo.
- (d) fresado paralelo simultaneo, el cual es el mismo que el fresado natural, excepto que el corte tiene lugar en ambos lados del trabajo.

Fresado en los caras o fresado frontal. En el fresado frontal, el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo y el maquinado se ejecuta por los bordes cortantes del extremo y la periferia de la fresa. Cuando el diámetro de la fresa es más grande que el ancho de la parte de trabajo, de tal manera que la fresa sobrepasa al trabajo en ambos lados, se denomina fresado frontal convencional (a). Hay varios tipos de fresado frontal:

- (b) fresado parcial de caras o parcial frontal, en la cual sobrepasa al trabajo solamente en un lado.
- (c) fresado terminal, en el cual el diámetro de la fresa es menor que el ancho del trabajo, de manera que se corta una ranura dentro de la parte.
- (d) el fresado de perfiles es una forma de fresado terminal usada en el cual se corta una parte plana de la periferia.
- (e) el fresado de cavidades otra forma de fresado terminal usada para fresar cavidades poco profundas en partes planas.
- (f) fresado de contorno superficial, en el cual una fresa con punta de ola (en lugar de una fresa cuadrada) se hace avanzar hacia atrás y hacia delante y hacia un lado y otro del trabajo, a lo largo de una trayectoria curvilínea a pequeños intervalos para crear una superficie tridimensional.

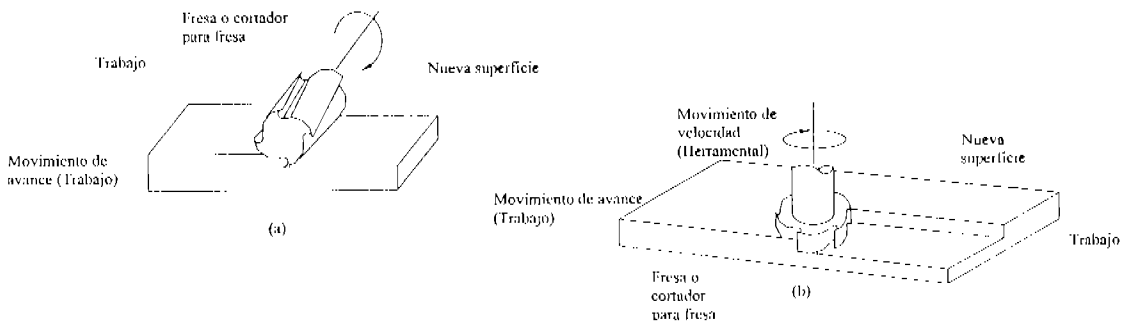


Figura 1-13 Dos tipos básicos de operación de fresadora: (a) Fresado periférico o plano y (b) Fresado frontal.

MAQUINAS FRESADORAS DE RODILLA Y COLUMNA.

La maquina fresadora de rodilla y columna es la maquina herramienta básica para fresado. Deriva su nombre del hecho que sus dos principales componentes principales son una columna que soporta el husillo y una rodilla (se parece a una rodilla humana) que soporta la mesa de trabajo. Se puede disponer de maquinas horizontales y verticales. En la versión horizontal un árbol soporta generalmente a la fresa. El árbol es básicamente una flecha que sostiene el cortador y se acciona mediante el husillo principal. En las maquinas de rodilla y columna verticales los cortadores se pueden montar directamente en el husillo principal.

Se pueden identificar dos maquinas principales de rodilla y de columna. Una maquina fresadora universal la cual tiene una mesa que se puede girar en un plano horizontal (sobre un eje vertical) a cualquier ángulo especificado. Esto facilita el corte de formas helicoidales sobre las partes de trabajo.

FRESADORA TIPO BANCADA.

Las maquinas fresadoras tipo bancada se diseñan para producción en masa. Están construidas con mayor rigidez que las maquinas de rodilla y columna, ya que permiten las velocidades de avance mas criticas y las profundidades de corte que se necesitan para las altas velocidades de remoción de material. La mesa de trabajo esta montada directamente a la cama de la maquina herramienta en lugar del tipo menos rígido de rodilla y columna. Esta construcción limita el posible movimiento longitudinal de la mesa para pasar el trabajo por delante de la fresa.

Las maquinas de bancada con un solo husillo se llaman maquinas simplex, y están disponibles en modelos verticales y horizontales. Las fresadoras duplex usan dos cabezales de husillo, los cuales se posicionan por lo general horizontalmente sobre los lados opuestos de la cama para realizar operaciones simultaneas durante un avance del trabajo. Las máquinas triplex añaden un tercer husillo montado verticalmente sobre la cama para darle mayor capacidad a la máquina.

MAQUINAS FRESADORAS TIPO CEPILLO.

Las maquinas tipo cepillo forman la categoría mas grande de las maquinas fresadoras. Su apariencia general y su construcción son las de un cepillo grande, la diferencia es que en lugar del cepillado llevan a cabo el fresado. Por consiguiente uno o mas cabezales de fresado sustituyen a las herramientas de corte de una sola punta que se usan en los cepillos, y el movimiento del trabajo que pasa enfrente de la herramienta es un movimiento de avance de la velocidad de corte. Las fresas tipo cepillo se construyen para maquinari partes muy grandes. La mesa de trabajo y la cama de la maquina son pesadas y relativamente bajas, casi al ras del piso, y los cabezales fresadores se sostienen sobre una estructura puente que se extiende a través de una mesa.

FRESADORAS TRAZADORAS.

Una fresa trazadora también llamada fresa perfiladora esta diseñada para producir una geometría irregular de la parte creada sobre una plantilla. Un estilete de prueba sigue la plantilla, mientras el cabezal de fresado duplica la trayectoria del estilete para maquinari la forma deseada. Estas maquinas se pueden dividir en dos categorías: (a) trazado $x-y$, en la cual la plantilla es de una forma plana con un contorno que se perfila usando un control de dos ejes. Y (b) trazado $x-y-z$, en el cual el estilete sigue un patrón tridimensional usando un control de tres ejes.

Las fresadoras trazadoras se han usado para crear formas que no pueden ser generadas fácilmente por una acción de avance simple de la parte de trabajo frente a la fresa. Sus aplicaciones incluyen el maquinado de moldes y dados.

1.5) HERRAMIENTAS DE CORTE .

La selección adecuada de la herramienta de corte es de vital importancia para obtener óptimos resultados en el desbaste y acabado de la pieza.

1.5.1) HERRAMIENTA DE CORTE:

Una herramienta de corte tienen uno o mas filos cortantes (Véase figura 1-14). El filo cortante sirve para separar una viruta del material de trabajo. Ligadas al filo cortante hay dos superficies de la herramienta: la superficie de ataque y el flanco o superficie de incidencia. La superficie de ataque que dirige al flujo de la viruta resultante se orienta en cierto ángulo llamado ángulo de ataque α . El ángulo de ataque puede ser positivo o negativo (Véase figura 1-15). El flanco de la herramienta provee un claro entre la herramienta y la superficie del trabajo recién generada, de esta forma protege a la superficie de la abrasión que pudiera degradar el acabado. Esta superficie del flanco o de incidencia se orienta en un ángulo llamado ángulo de incidencia o de relieve.

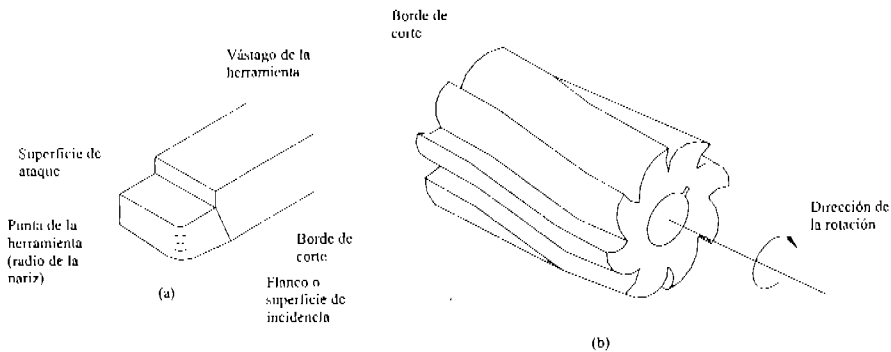


Figura 1-14) (a) Una herramienta de punta sencilla, mostrando la superficie de ataque, el flanco y la punta, y (b) una fresa helicoidal, representativa de las herramientas con bordes cortantes múltiples-

Se pueden usar los tres modos de falla de la herramienta para identificar algunas de las propiedades importantes que deben poseer los materiales para herramientas:

- (1) **Tenacidad.** Para evitar las fallas por fractura, el material de la herramienta debe tener alta tenacidad. La tenacidad es la capacidad de absorber energía sin que falle el material. Se caracteriza generalmente por una combinación de resistencia y ductilidad del material.
- (2) **Dureza en caliente.** La dureza en caliente es la capacidad del material para retener su dureza a altas temperaturas. Esta es necesaria debido al ambiente de altas temperaturas en que opera la herramienta.
- (3) **Resistencia al desgaste.** La dureza es la propiedad mas importante que se necesita para resistir el desgaste abrasivo. Todos los materiales para herramientas de corte deben ser duros. Sin embargo la resistencia al desgaste en el corte de metales no solamente depende de la dureza de la herramienta, sino también otros mecanismos de desgaste. El acabado superficial de la herramienta (superficie mas lisa significa coeficiente de fricción mas bajo, la composición química de la herramienta y de los materiales de trabajo, y el uso de un fluido para corte son otras características que afectan la resistencia al desgaste.

1.5.2) MATERIALES PARA HERRAMIENTAS DE CORTE EN MHC.

Los materiales de las herramientas de corte logran propiedades mecánicas en varios grados. Se consideran herramientas de corte de: (1) aceros al carbón y de baja aleación, (2) aceros de alta velocidad, (3) fundición de aleaciones de cobalto, (4) carburos cementados, cernets y carburos recubiertos, (5) cerámicos, (6) diamantes sintéticos y nitruro de boro cúbico.

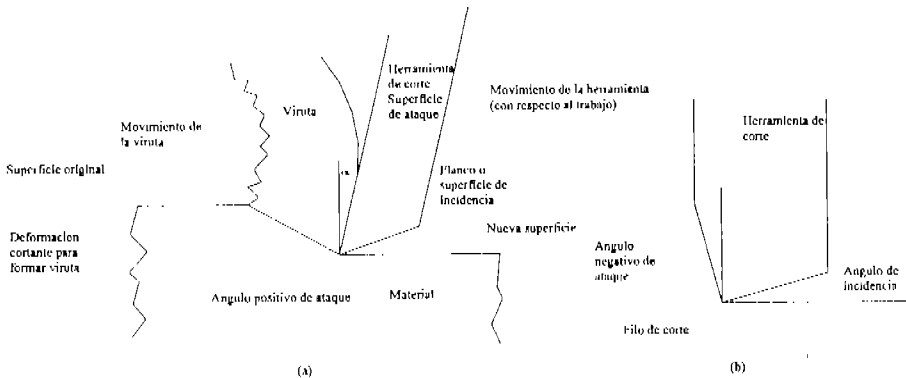


Figura 1-15) (a) Sección transversal del proceso de maquinado; (b) Herramienta con ángulo de ataque negativo, comparada con el ángulo positivo en (a).

ACEROS AL CARBÓN Y DE BAJA ALEACIÓN.

Antes del desarrollo del acero de alta velocidad, los únicos materiales para corte de metales eran el acero al carbón y el acero mushet. En la actualidad estos aceros se usan esporádicamente en las aplicaciones industriales del maquinado de metales. Los aceros al carbón que se usaban como herramientas de corte podían tratarse térmicamente para adquirir una dureza relativamente alta (Rocwell C 60) debido a su relativamente alto contenido de carbono. Sin embargo a causa de los bajos niveles de aleación tienen una dureza en caliente muy pobre, lo cual los hace inútiles en el corte de metales, excepto a velocidades demasiado bajas según los estándares actuales.

ACEROS DE ALTA VELOCIDAD.

Los aceros de alta velocidad AAV (en inglés HSS), son aceros de herramienta altamente aleados, capaces de mantener su dureza a elevadas temperaturas mejor que los aceros de baja aleación y poseen alto contenido de carbono. Su buena dureza en caliente le permite el uso de estas herramientas a velocidades de corte más altas. Al compararlos con los materiales de herramienta usados antes de su desarrollo, se merecieron el nombre de "alta velocidad". Se dispone de una amplia variedad de aceros de alta velocidad, pero se pueden dividir en dos tipos básicos: (1) tipo tungsteno, designados como grado-T por el American Iron and Steel Institute (AISI); y (2) tipo molibdeno, designado como grado -M por el AISI.

Los HSS tipo tungsteno contienen tungsteno como su principal ingrediente de aleación en proporciones del 12 al 20%. Los elementos adicionales son el cromo (Cr) cerca de 4% y el vanadio (V), en una escala de 1 a 2%. Uno de los HSS originales y mejor conocidos es el grado T1 o acero de alta velocidad 18-4-1, el cual contiene 18% de W, 4% de Cr y 1% de V.

Los HSS grados molibdeno contienen combinaciones de tungsteno y molibdeno (Mo) en una combinación típica de 6% W y 5% Mo, mas los mismo elementos de aleación adicionales.

Comercialmente, el acero de alta velocidad es uno de los mas importantes materiales de herramientas de corte que se usan actualmente, y a pesar de haberse introducido hace acerca de un siglo, es especialmente apropiado para aplicaciones que involucran herramientas de formas complicadas como taladros, tarrajas, fresas y escuriadores.

ALEACIONES DE FUNDICIÓN DE COBALTO.

Los recubrimientos de aleación de cobalto contienen de 40 a 50% de cobalto; de 25 a 35% de cromo; y tungsteno, por lo general del 15 al 20%, con trazas otros elementos. Estas herramientas se hacen en la forma descada a través de fundición en moldes de grafito y después se esmerilan para darles el tamaño y afilado final. La resistencia al desgaste es mejor que la del acero de alta velocidad, pero no tanto como la de los carburos cementados. La tenacidad de las herramientas de fundición de cobalto es mejor que la de los carburos, pero no tan buena como la de los HSS. La dureza en caliente se sitúa también entre los dos materiales. Son capaces de corte burdos pesados a velocidades mayores que la de los HSS y avances mayores que la de los carburos. Los materiales de trabajo incluyen aceros y metales, así como los materiales no metálicos como plásticos y grafito.

CARBUROS CEMENTADOS, CERMETS Y CARBUROS RECUBIERTOS.

CARBUROS CEMENTADOS. Los carburos cementados son una clase de materiales duros para herramienta formulados con carburo de tungsteno (WC), y manufactura con técnicas de metalurgia de polvo en las que se utiliza el cobalto (Co) como aglutinante. Además de WC, puede haber otros compuestos de carburo en la mezcla como carburo de titanio (TiC) o carburo de tantalio (TaC).

Las primeras herramientas de corte de carburo cementado se hicieron de WC-Co y se usaron para maquinar fundiciones de hierro, excluyendo el acero y a todo el tipo de materiales ingenieriles. Sin embargo cuando se usaron estas herramientas en acero apareció el desgaste en cráter, que condujo a fallas prematuras. Posteriormente se descubrió que la adición de carburo de titanio y de carburo de tantalio a la herramienta de WC-Co retardaba significativamente la velocidad de desgaste de en cráter cuando se cortaba acero. El resultado es que los carburos cementados se dividen dos categorías: (1) grados de corte para material que no incluyan al acero, los cuales consisten solamente en WC-Co y (2) grados de corte para acero con combinaciones de TiC y TaC añadidos al WC-Co.

Las propiedades generales de los dos tipos de carburos cementados son similares: (1) alta resistencia a la compresión, pero baja resistencia a la tensión moderada; (2) alta dureza (90 a 95 HRA); (3) buena dureza en caliente; (4) buena resistencia al desgaste; (5) alta conductividad térmica; (6) alto modulo de elasticidad con valores de E cercanos a 90×10^6 lb/pulg²; y (7) tenacidad mas baja que los aceros de alta velocidad.

CERMETS. Aunque los carburos cementados se clasifican técnicamente como compuestos de cermets, en la tecnología de herramientas de corte, el término cermet generalmente se reserva a las combinaciones de TiC, TiN y carbonitruro de titanio (TiCN) usando níquel y/o molibdeno como aglutinante. En otras palabras, los cermets excluyen los compuestos metálicos que se basan principalmente en WC-Co. Las aplicaciones de los cermets incluyen acabados a altas velocidades, semiterminado de aceros, aceros inoxidable y fundiciones de hierro. Normalmente se utilizan menores avances y así se obtienen mejores superficies de acabados, eliminando muchas veces la necesidad de esmerilado.

CARBUROS RECUBIERTOS. Alrededor de 1970 se desarrollaron los carburos recubiertos, esto represento un avance significativo en la tecnología de herramientas de corte. Los carburos recubiertos son insertos de carburo cementado recubierto con una o mas capas delgadas de un material resistente al desgaste como carburo de titanio, nitruro de titanio u oxido de aluminio (Al₂O₃). El recubrimiento se aplica al sustrato por deposición química de vapor o deposición física de vapor. El espesor del recubrimiento es de solamente 0.0001 a 0.0005 pulgadas. Se ha observado que los recubrimientos mas gruesos tienden a ser frágiles y producen agrietamientos, despostilladuras y separación de la base del inserto.

Más recientemente se han desarrollado insertos recubiertos que consisten en múltiples capas. La primera capa se aplica a la base de WC-Co y consiste por lo general en TiN o TiCN debido a su buena adhesión y a su coeficiente de expansión térmica similar. Posteriormente se aplican capas adicionales de varias combinaciones TiN, TiCN y Al₂O₃.

Los carburos recubiertos se utilizan para maquinar fundiciones de hierro y acero en operaciones de torneado y fresado. Se aplican mejor a altas velocidades de corte en situaciones donde las fuerzas dinámicas y el choque térmico son mínimos. Si estas condiciones se vuelven severas como en algunas operaciones de corte interrumpidas, pueden ocurrir despostilladuras de los recubrimientos ocasionando una falla prematura de la herramienta. En estas situaciones son preferibles los carburos sin recubrir y formulados para una mayor tenacidad. Cuando las herramientas de carburo recubierto se aplican correctamente, permiten incrementar las velocidades permisibles de corte con respecto a los carburos cementados no recubiertos.

El uso de las herramientas de carburo recubierto se está extendiendo a metales no ferrosos y aplicaciones no metálicas para mejorar la vida de la herramienta, así como para obtener velocidades de corte más altas. Se requieren diferentes materiales de recubrimiento, como el carburo de cromo (CrC), nitruro de circonio (ZrN) y diamante.

CERÁMICOS. En la actualidad las herramientas de corte a base de materiales cerámicos están compuestas primariamente de óxido de aluminio de grano fino, prensado y sinterizado a altas presiones y temperaturas sin aglutinante en forma de inserto. Dichas operaciones se pueden utilizar para operaciones de acabado en el torno en aceros endurecidos, donde las velocidades de corte son altas (y tanto el avance como la profundidad son bajos). Cuando las herramientas cerámicas de corte se aplican apropiadamente, pueden usarse para obtener buen acabado en las superficies. No se recomiendan las herramientas de corte cerámicas para operaciones interrumpidas de corte basto, (por ejemplo fresado basto) debido a su baja tenacidad. Además de las aplicaciones de los insertos de óxido de aluminio en operaciones de maquinado convencional, el óxido de aluminio se usa ampliamente como abrasivo en esmerilado y otros procesos abrasivos.

DIAMANTES SINTÉTICOS Y NITRURO DE BORO CÚBICO. El diamante es el material más duro que se conoce. Según algunas medidas de dureza el diamante es cerca de tres o cuatro veces más duro que el carburo de tungsteno o que el óxido de aluminio. Las herramientas de corte de diamante sintético se hacen con diamante policristalino sinterizado y se remonta a los primeros años de la década de los setenta.

Los insertos se hacen depositando una capa de diamante sinterizado (de 0.0020 pulg. de grueso aprox.) sobre la base de una base de carburo cementado. Las aplicaciones de las herramientas de corte de diamante incluyen el maquinado a alta velocidad de metales no ferrosos y abrasivos no metálicos como fibras de vidrio y grafito. No es práctico maquinar el acero y otros metales ferrosos, así como las aleaciones basadas en níquel, con herramienta de diamante policristalino sinterizado debido a la afinidad química que existe entre estos metales y el carbono (el diamante ante todo, es carbono).

Después del diamante, el material más duro conocido es el nitruro de boro cúbico y su fabricación en forma de herramienta de corte es básicamente la misma que se usa para el diamante policristalino sinterizado, esto es, sobre recubrimientos sobre insertos de WC-Co. El nitruro de boro cúbico (CBN) no reacciona químicamente con el hierro y el níquel como lo hace el diamante; por tanto, las aplicaciones de herramientas de corte recubiertas de CBN se aplican para maquinar acero y aleaciones basadas en níquel. Como se puede imaginar las herramientas de CBN son costosas, por consiguiente se debe justificar el costo de sus aplicaciones y de las herramientas adicionales.

1.5.13) GEOMETRÍA DE LAS HERRAMIENTAS.

La herramienta de corte debe tener una forma apropiada para las aplicaciones de maquinado. Una forma importante de clasificar las herramientas de corte es atendiendo a los procesos de maquinado. De esta forma tenemos herramientas para torneado, herramientas para trozado, fresas, brocas, escariadores, tarrajas y muchas otras herramientas de corte, cuyo nombre deriva de la operación en que es usada cada una con su geometría propia y única.

Las herramientas de corte se pueden dividir en dos categorías: de punta sencillas y de bordes o filos de cortes múltiples. Las herramientas de torno se representan generalmente el primer tipo, mientras que las brocas y las fresas representan el segundo.

GEOMETRIA DE LA HERRAMIENTA DE PUNTA SENCILLA. La forma general de una herramienta de punta sencilla se ilustra en la figura 1-16.

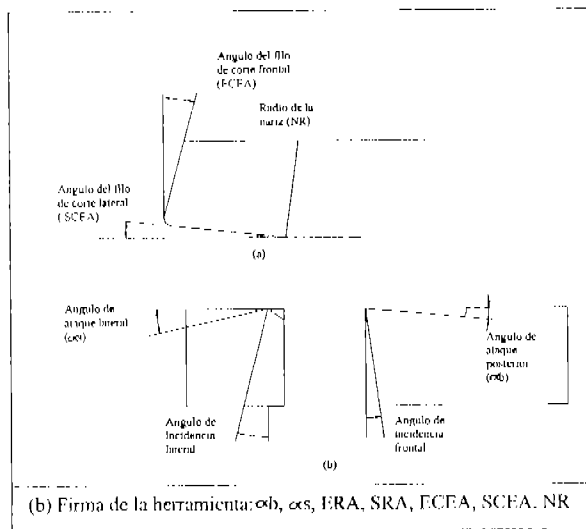


Figura 1-16) (a) Siete elementos de la geometría de una herramienta de punta sencilla y (b) la firma convencional de la herramienta que define los siete elementos.

En una herramienta de punta sencilla, la orientación de la superficie de ataque se define por dos ángulos, el ángulo de ataque posterior (α') y el ángulo de ataque lateral (α). Estos dos ángulos tienen una influencia determinante en la dirección del flujo de la viruta sobre la cara o superficie de ataque. La superficie del flanco o incidencia de la herramienta se define por el ángulo de incidencia frontal, y el ángulo de incidencia lateral. Estos ángulos determinan la magnitud del claro entre la herramienta y la superficie de trabajo recién creada. El borde de corte de una herramienta de punta sencilla se divide en dos secciones, en borde de corte lateral y el borde de corte frontal. Estas secciones están separadas por la punta de la herramienta que tiene un cierto radio, llamado radio de la nariz. El ángulo del filo de corte lateral, determina la entrada de la herramienta en el material y puede usarse para reducir la fuerza repentina que experimenta la herramienta al entrar en la parte del trabajo. El radio de la nariz, determina en gran parte la textura de la superficie generada en la operación.

Una herramienta muy apuntada (pequeño radio de nariz) produce marcas de avance muy pronunciadas en la superficie. El ángulo del filo de corte frontal, proporciona un claro entre el borde de salida de la herramienta y la superficie de trabajo recientemente generada, reduciendo así el roce y la fricción contra la superficie.

Para una herramienta de punta sencilla hay siete elementos que definen su geometría. Cuando se especifican en el siguiente orden se llaman colectivamente la firma de la geometría:

- Ángulo de ataque posterior.
- Ángulo de ataque lateral.
- Ángulo de incidencia frontal.
- Ángulo de incidencia lateral.
- Ángulo del filo de corte frontal.
- Ángulo del filo de corte lateral.
- Radio de la nariz.

Por ejemplo una herramienta de corte de punta sencilla debe tener la siguiente firma: 5,5,7,7,20,15,2/64 pulg.

ROMPE VIRUTAS. La eliminación de la viruta es un problema que se encuentra frecuentemente en torneado y otras operaciones continuas. Frecuentemente se generan largas tiras de viruta, especialmente cuando se tornearn materiales dúctiles a altas velocidades. Esta virutas representan un peligro para el operador de la maquina y para el acabado de la parte de trabajo, e interfieren con la operación automática del proceso de torneado. Con frecuencia se usan rompe virutas junto con las herramientas de punta sencilla, de esta forma se fuerza a la viruta a enrollarse mas cerradamente de lo normal, causando su fractura. Hay dos diseños comunes del rompe virutas para herramientas de torneado de punta sencilla: (a) rompe virutas tipo muesca, diseñado dentro de la misma herramienta de corte; (b) rompe virutas tipo obstrucción, diseñado como un dispositivo adicional sobre la superficie de ataque de la herramienta. (Véase figura 1-17).

Generalmente es deseable un ángulo de ataque positivo para reducir las fuerzas de corte, la temperatura y el consumo de potencia. Las herramientas de corte de acero de alta velocidad se hacen casi siempre con ángulos positivos de ataque, fluctuando típicamente entre $+5^\circ$ a 20° . Las herramientas HSS se hacen predominantemente de una sola pieza. Se puede controlar el tratamiento térmico de los aceros de alta velocidad para suministrar un filo de corte duro; esto mantiene un núcleo interior tenaz. Los carburos cementados se usan con ángulos de ataque típicos en la escala de -5° a $+10^\circ$. Los cerámicos tienen ángulos de ataque que fluctúan entre -5° y 15° . Los ángulos de incidencia se hacen tan pequeños como sea posible (típicamente 5°) para darle al borde de corte tanto soporte como sea posible.

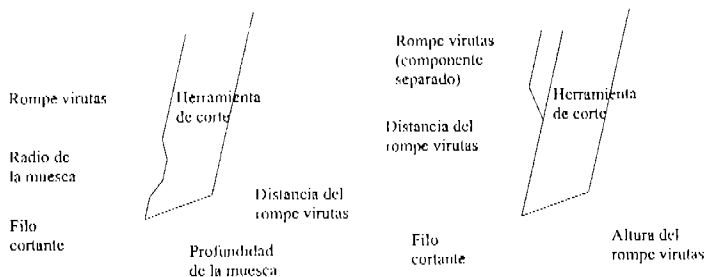


Figura 1-17) Dos métodos para romper la viruta en las herramientas de punta sencilla: (a) Tipo muesca y (b) obstrucción.

1.6) PARÁMETROS DE CORTE.

Un problema práctico en maquinado es seleccionar las condiciones de corte apropiadas para una operación dada. Esta es una de las tareas de planeación de procesos, para cada operación se deben tomar decisiones acerca de la máquina-herramienta, de la herramienta de corte y de las condiciones de corte, estas condiciones deben de considerar la maquinabilidad de la parte de trabajo, la geometría de la parte, el acabado superficial y así sucesivamente.

El propósito del corte del metal para todos los productos consiste en acabar la superficie lo más cercanamente posible a las dimensiones especificadas. El corte de metal es una forma conveniente de fabricar una o algunas piezas a partir de una sección de material en donde se involucra los parámetros de corte que son: Velocidad de corte (V_c), Avance (f) y Profundidad de corte (t).

La profundidad de corte se predetermina frecuentemente por la geometría de la pieza de trabajo y la secuencia de operación. Muchos trabajos requieren una serie de operaciones de desbaste seguidas de una operación final de acabado. En las operaciones de desbaste, la profundidad se hace tan grande como sea posible dentro de las limitaciones de la potencia disponible, la máquina-herramienta, la rigidez de la instalación, la resistencia de la herramienta de corte, entre otros factores. En el corte de acabado, se fija la profundidad para alcanzar las dimensiones finales de la parte.

El problema se reduce entonces a la selección del avance y de la velocidad. En general estos parámetros deben decidirse en orden, primero el avance y segundo la velocidad.

1.6.1) PARÁMETROS DE CORTE PARA TORNO.

Para el torno tendremos los siguientes parámetros con sus respectivas unidades.

- Avance (f) (mm/rev)
- Velocidad de corte (V_c) (m/min)
- Profundidad de corte (t) (mm)

La velocidad de corte (V_c) en un torno, es la velocidad superficial o rapidez con que pasa la pieza frente al cortador.

Se llama avance (f) a la longitud expresada en milímetros o pulgadas, que recorre el carro longitudinal o bien el carro transversal, por cada vuelta del tornillo principal del torno.

La profundidad de corte (t) en el torno es la penetración de la herramienta radial o axial por cada corte que se realiza y se expresa en mm.

Velocidad de corte:

$$V_c = \frac{\pi D N}{1000} \dots \text{ (m/min)}$$

$$N = 1000 \frac{V_c}{\pi D}$$

En donde:

D= Diámetro de la pieza de trabajo. (m)

Fuerza de corte dado en Newtons F_c (N):

$$F_c = 60 \frac{T_c}{V_c} \dots \text{ (N)}$$

En donde:

Tc = Potencia especifica de corte (w/mm² s)

Profundidad de corte en milímetros;

$$t = \frac{F_c (F) \dots (mm)}{T_c}$$

Tiempo de vida de la herramienta en minutos Tv (min):

$$T_v = \frac{C_{te}}{V_c} \dots (min)$$

En donde:

Cte. : Constante de potencia especifica para cada material n = 0.3 constante del material de herramienta.

| | | | |
|--------------------------|----------|-------------|-------|
| | Aluminio | Cold rolled | Latón |
| Fc(W/mm ² .s) | 500 | 1900 | 1750 |
| Cte. | 3000 | 1500 | 1500 |

Cantidad de material removido (Q) en centímetros cúbicos por cada minuto :

$$Q = V_c (f) t \dots (Cm^3/min)$$

Tiempo de maquinado (Tmaq) en segundos:

$$T_{maq} = 60 \frac{L_p (N)}{f} \dots (s)$$

TABLA 1-6-4) Velocidades de corte en torno en pie y metro por minuto, utilizando una herramienta de acero de alta velocidad.

| Material | Torneado y torneado de interiores | | | | | Roscado |
|------------------------|-----------------------------------|-------|------------------|-------|----------|---------|
| | Corte de desbaste | | Corte de acabado | | | |
| | Pie/ min | m/min | Pie/ min | m/min | Pie/ min | |
| Acero para maquinaria | 90 | 27 | 100 | 30 | 35 | 11 |
| Acero para herramienta | 70 | 21 | 90 | 27 | 30 | 9 |
| Hierro fundido | 60 | 18 | 80 | 24 | 25 | 8 |
| Bronce | 90 | 27 | 100 | 30 | 25 | 8 |
| Aluminio | 200 | 61 | 300 | 93 | 60 | 18 |

TABLA 1-6-5) Avances para diversos materiales (utilizando una herramienta de corte de acero de alta velocidad).

| Material | Cortes de desbaste | | Cortes de acabado | |
|-------------------------|--------------------|----------|-------------------|-----------|
| | Pulg. | mm | Pulg. | mm |
| Acero para maquinaria | .010-.020 | 0.25-0.5 | .003-.010 | 0.07-.25 |
| Acero para herramienta. | .010-.020 | 0.25-0.5 | .003-.010 | 0.07-.25 |
| Hierro fundido | .011-.025 | 0.4-0.65 | .005-.012 | 0.13-0.3 |
| Bronce | .015-.025 | 0.4-0.65 | .003-.010 | 0.07-0.25 |
| Aluminio | .015-.030 | 0.4-0.75 | .005-.010 | 0.13-0.25 |

Importante:

La industria demanda que las operaciones de maquinado se realicen tan rápido como sea posible; por lo tanto, debe utilizarse la velocidad de corte correcta para cada tipo de material. Si la velocidad de corte es demasiado elevada, el filo de la herramienta de corte se romperá rápidamente, resultando en tiempo perdido para reacondicionar la herramienta. Con una velocidad de corte demasiado reducida, se perderá tiempo en la operación de maquinado, lo que resultará en velocidades de producción bajas.

1.6.2) PARÁMETROS DE CORTE EN LA FRESADORA.

Para la fresa tendremos los siguientes parámetros con sus respectivas unidades:

- Avance (f) (mm/rev)
- Avance por diente (fd) (mm/diente)
- Velocidad de corte (Vc) (m/min), o en su caso las rpm a las que gira el husillo N.
- Profundidad de corte (t) (mm)

La velocidad de corte en una fresadora es la velocidad de la periferia del cortador.

El avance en el fresado es el recorrido de la mesa y a su vez de la pieza, el cual se efectuara durante la pasada de trabajo.

La profundidad de corte es la distancia que penetra la herramienta sobre la pieza de trabajo.

Para poder seleccionar adecuadamente los parámetros de corte en fresadora debe de tomarse en cuenta:

- 1) Tamaño y capacidad de la maquina.
- 2) Diámetro del cortador.
- 3) Numero de dientes del cortador.
- 4) El tipo de material con el cual esta construido el cortador.
- 5) Refrigerante para el cortador.
- 6) Dureza de la pieza a maquinar.
- 7) Sujeción y rigidez de montaje de la pieza para el fresado.

Una vez considerados todos los puntos anteriores, la manera de obtener las revoluciones por minuto es la siguiente:

$$N = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi D}$$

$$N = \frac{320 \cdot V_c}{D}$$

En donde:

N = Revolucion por minuto o velocidad del husillo (rpm).

Vc = Velocidad de corte en metros por minuto (m/min).

D = Diámetro del cortador en milímetros (mm).

320 = Factor constante del sistema métrico.

Velocidad de corte dada en metros por cada minuto (m/min):

$$V_c = \frac{\pi D N}{1000} \dots (m/min)$$

Cantidad de material removido en centímetros cubico por cada minuto Q (cm³/min):

$$Q = \frac{P_{ot \ maq}}{2E^{-3}} (Ps) \dots (cm^3/min)$$

En donde:

Ps = Potencia específica (ws/rum³)

Pot maq = Potencia de la maquina (Kw)

2E⁻³ = Factor de conversión.

Profundidad de corte en milímetros:

$$t = \frac{Q}{fd \cdot nd \cdot Vc} \dots (\text{mm})$$

En donde:

fd = Avance por diente (mm/diente)

nd = Numero de dientes.

Entrada y salida de la herramienta al entrar en el material A (mm):

$$A = \frac{D}{2} - \frac{(D^2 - w^2)^{1/2}}{4}$$

En donde:

w = Ancho de corte.

Avance en milímetros por cada revolucion f (mm/rev):

$$f = fd \cdot nd$$

Tiempo de maquinado en segundos Tmaq (s):

$$Tmaq = Lp + \frac{A}{f \cdot N} \dots (\text{s})$$

En donde:

Lp = Longitud de la pieza.

TABLA 1-6-1) Velocidades de corte de la máquina fresadora.

| Material | FRESA DE ACERO DE ALTA VELOCIDAD | | FRESA DE CARBURO | |
|--------------------------|----------------------------------|---------|------------------|---------|
| | Pie/min | m/min | Pie/min | m/min |
| Acero aleado | 40-70 | 12-20 | 150-250 | 45-75 |
| Aluminio | 500-1000 | 150-300 | 1000-2000 | 300-600 |
| Bronce | 65-120 | 20-35 | 200-400 | 60-120 |
| Hierro fundido | 50-80 | 15-25 | 125-200 | 40-60 |
| Acero de maquinado libre | 100-150 | 30-45 | 400-600 | 120-180 |
| Acero para maquinaria | 70-100 | 21-30 | 150-250 | 45-75 |
| Acero inoxidable | 30-80 | 10-25 | 100-300 | 30-90 |
| Acero para herramienta | 60-70 | 18-20 | 125-200 | 40-60 |

TABLA 1-6-2) Avance por diente recomendado (fresas de alta velocidad).

| Material | Fresas de carcado o de refrentar | | Fresas helicoidales | | Fresas de ranurado y de corte lateral | | Fresas frontales | | Cortadores de formato de relieve | | Sierras circulares | |
|--------------------------------|----------------------------------|------|---------------------|------|---------------------------------------|------|------------------|------|----------------------------------|------|--------------------|------|
| | Pulg. | mm | Pulg. | mm | Pulg. | mm | Pulg. | mm | Pulg. | mm | Pulg. | mm |
| | Acero alcaado | .006 | 0.15 | .005 | 0.12 | .004 | 0.1 | .003 | 0.07 | .002 | 0.05 | .002 |
| Aluminio | .022 | 0.55 | .018 | 0.45 | .013 | 0.33 | .011 | 0.28 | .007 | 0.18 | .005 | 0.13 |
| Latón y bronce (medio) | .014 | 0.35 | .011 | 0.28 | .008 | 0.2 | .007 | 0.18 | .004 | 0.1 | .003 | 0.08 |
| Hierro fundido (medio) | .013 | 0.33 | .010 | 0.25 | .007 | 0.18 | .007 | 0.18 | .004 | 0.1 | .003 | 0.08 |
| Acero de maquinado libre | .012 | 0.3 | .010 | 0.25 | .007 | 0.17 | .006 | 0.15 | .004 | 0.1 | .003 | 0.07 |
| Acero para maquinaria | .012 | 0.3 | .010 | 0.25 | .007 | 0.18 | .006 | 0.15 | .004 | 0.1 | .003 | 0.08 |
| Acero inoxidable | .006 | 0.15 | .005 | 0.13 | .04 | 0.1 | .003 | 0.08 | .002 | 0.05 | .002 | 1.05 |
| Acero para herramienta (medio) | .010 | 0.25 | .008 | 0.2 | .006 | 0.15 | .005 | 0.13 | .003 | 0.08 | .003 | 0.08 |

TABLA 1-6-3) Avance por diente recomendado (cortadores con puntas de carburo cementado).

| Material | Fresas de refrentar | | Fresas helicoidales | | Fresas de ranurado y de corte lateral | | Fresas frontales | | Cortadores de formato de relieve | | Sierras circulares | |
|--------------------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------------------------|------|------------------|------|----------------------------------|------|--------------------|------|
| | Pulg. | mm | Pulg. | mm | Pulg. | mm | Pulg. | mm | Pulg. | mm | Pulg. | mm |
| | Aluminio | .020 | 0.5 | .016 | 0.40 | .012 | 0.3 | .010 | 0.25 | .006 | 0.15 | .005 |
| Latón y bronce (medio) | .012 | 0.3 | .010 | 0.25 | .08 | 0.48 | .006 | 0.15 | .004 | 0.1 | .003 | 0.08 |
| Hierro fundido (medio) | .016 | 0.4 | .013 | 0.33 | .010 | 0.25 | .008 | 0.2 | .005 | 0.13 | .004 | 0.1 |
| Acero para maquinaria | .016 | 0.4 | .013 | 0.33 | .009 | 0.23 | .008 | 0.2 | .005 | 0.13 | .004 | 0.1 |
| Acero para herramienta (medio) | .014 | 0.35 | .011 | 0.28 | .008 | 0.2 | .007 | 0.18 | .004 | 0.1 | .004 | 0.1 |
| Acero inoxidable | .010 | 0.25 | .008 | 0.2 | .006 | 0.15 | .005 | 0.13 | .003 | 0.08 | .003 | 0.08 |

1.7) FLUIDOS PARA CORTE.

Un fluido para corte es un líquido o gas que se aplica directamente a la operación de maquinado para mejorar el desempeño del corte. Los dos problemas principales que atienden los fluidos para corte son: (1) la generación de calor en las zonas de corte y fricción y (2) fricción en las interfaces herramienta-viruta y herramienta-trabajo. Además de la remoción del calor y la reducción de la fricción, los fluidos para corte brindan beneficios adicionales como: remover las virutas (especialmente en esmerilado), reducir la temperatura de la parte de trabajo para un manejo más fácil, disminuir las fuerzas de corte y los requerimientos de potencia, mejorar la estabilidad dimensional de la parte del trabajo y optimizar el acabado superficial.

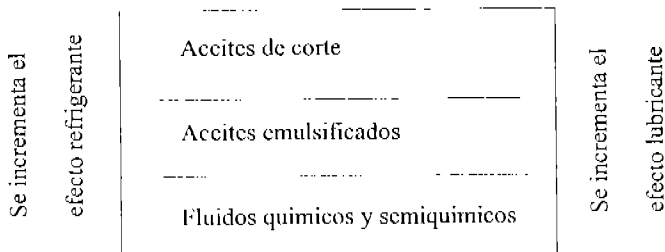
FUNCIONES DE LOS FLUIDOS PARA CORTE. De acuerdo con la generación de calor y fricción hay dos categorías generales de fluidos para corte: (1) refrigerantes, (2) lubricantes. Los refrigerantes, son fluidos para corte diseñados para reducir los efectos del calor en las operaciones de maquinado. Tienen efecto limitado sobre la magnitud de energía calorífica generada durante el corte, pero extraen el calor que se genera, de esta manera se reduce la temperatura de la herramienta y de la pieza de trabajo, y ayuda a prolongar la vida de la herramienta de corte. La capacidad que tiene un fluido para corte de reducir la temperatura del maquinado depende de sus propiedades térmicas.

Por lo general, los refrigerantes son soluciones o emulsiones en agua debido a que esta tiene propiedades térmicas ideales para estos fluidos para corte.

Los lubricantes son fluidos basados generalmente en aceite (por sus buenas propiedades lubricantes), formulados para reducir la fricción en las interfaces herramienta-viruta y herramienta-trabajo. Los fluidos lubricantes de corte operan por lubricación de presión extrema, una forma especial de lubricación en el límite.

Los fluidos para procesos de corte tipo lubricante son más efectivos a velocidades bajas de corte; tienden a perder su efectividad a altas velocidades, arriba de 400 pies/min. (120m/min) debido a que el movimiento de la viruta a estas velocidades previene que el fluido para corte alcance la interfase herramienta-viruta. Además de las altas temperaturas de corte que generan estas velocidades, los aceites se vaporizan antes de que puedan lubricar. Las operaciones de maquinado como el taladrado y el roscado se benefician por lo general de los lubricantes.

FORMULACIÓN QUÍMICA DE LOS FLUIDOS PARA CORTE. Hay tres categorías básicas para fluidos para corte de acuerdo con su formulación química: (1) aceites de corte, (2) aceites emulsificados y (3) fluidos químicos y semiquímicos. Las características de las tres categorías y de sus aplicaciones se resumen en el siguiente esquema:



LOS ACEITES DE CORTE. Son fluidos basados en aceites derivados del petróleo, de origen animal, marino o vegetal. Los aceites minerales son los principales debido a su abundancia y sus características favorables en general. Para lograr la máxima capacidad de lubricación se combinan frecuentemente todos los tipos de aceite en un mismo líquido. También se mezclan aditivos químicos para incrementar las cualidades lubricantes. Estos aditivos contienen compuestos de azufre, fósforo o cloro y se diseñan para reaccionar químicamente con las superficies de la herramienta y de la viruta para formar películas sólidas (lubricación por presión extrema), que ayudan a evitar el contacto entre metal y metal.

LOS ACEITES EMULSIFICADOS. Son fluidos que forman suspensiones de pequeñas gotas de aceite en agua. El fluido se hace mezclando aceite (mineral por lo general) en agua, y se utiliza un agente emulsificante para promover la mezcla y la estabilidad de la emulsión. Una relación típica entre agua y aceite es de 30:1. Se usan frecuentemente aditivos químicos basados en azufre cloro y fósforo para promover la lubricación a presión extrema. Debido a que contienen aceite y agua, los aceites emulsificantes combinan las cualidades de lubricación y refrigeración en un solo fluido para corte.

LOS FLUIDOS QUÍMICOS. Son sustancias químicas disueltas en agua, más que aceites emulsificados en agua. Las sustancias químicas disueltas son compuestos de azufre, cloro y fósforo y agentes humectantes. Las sustancias químicas se destinan a suministrar algún grado de lubricación a la solución. Los fluidos químicos tienen buenas propiedades refrigerantes, pero sus cualidades lubricantes son menores que las de los otros tipos de fluidos. Los fluidos semiquímicos son fluidos químicos que contienen pequeñas cantidades de aceite emulsificado para incrementar las características lubricantes del fluido de corte.

2) MAQUINAS-HERRAMIENTA DE C.N.C.

2.1) RESEÑA HISTORICA.

La maquina herramienta de control numérico (C.N.C.) ha jugado un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del mundo hasta el punto que no es exageración decir que la tasa del desarrollo de maquinas herramienta de control numérico gobierna directamente la tasa del desarrollo industrial. Ha partir de la creación del control numérico se dio origen a la realización de una infinidad de piezas mecánicas complejas con las cuales se fueron creando una diversidad de maquinas con mayor precisión en la fabricación industrial. El ejemplo mas característico aparece con la maquina de vapor. La maquina de vapor, aunque inventada por James Watt en 1766, no tuvo un desarrollo conveniente hasta 1776, en que John wilkinson construyo la primera maquina mandrinadora, gracias a la cual fue posible fabricar maquinas de vapor de gran escala. A partir de ese instante el desarrollo industrial fue incrementándose, hasta el punto de que se contaba con potencias elevadas las maquinas de vapor que nos permitían una producción industrial de amplia gama de productos: manufacturados, lo que se tradujo en una gran demanda, a precios muy accesibles, de tales productos. Esta demanda se vio inmediatamente aumentada por el desarrollo de las comunicaciones, debido fundamentalmente a la aparición de locomotoras que propiciaron el traslado de tales productos a lugares lejanos de su punto de origen.

Paralelamente se fueron desarrollando herramientas de corte usadas por dichas maquinas. Asi, se fueron utilizando distintos materiales para llegar a la obtención de un material nuevo, llamado acero de alta velocidad, que contenia ciertas proporciones de cromo y tungsteno. Este nuevo material tuvo una influencia decisiva en el rápido crecimiento de las maquinas herramientas.

Posteriormente, en 1930 se introdujo el carburo de tungsteno que una vez perfeccionado, es el mas usado en la actualidad en las naciones industrializadas del mundo. Hacia 1942 surgió lo que podríamos llamar control numérico que apareció como una necesidad impuesta por la industria aeronáutica.

La aparición del control numérico permitió por primera vez dar solución a las necesidades ya que la flexibilidad era precisamente la mejor virtud de esta nueva automatización.

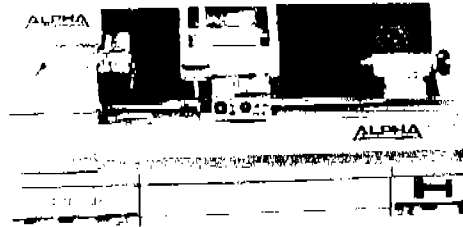
De este modo se considera control numérico todo dispositivo capaz de dirigir posicionamientos de un órgano mecánico móvil, en que las ordenes relativas al desplazamiento del móvil son elaboradas en forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas definidas, ya sea manualmente (funcionamiento semiautomático), o por intermedio de un programa (funcionamiento automático).

Hacia 1952 John Pearson y el Instituto de Massachusset crearon una maquina de control numérico, para satisfacer las necesidades de la fuerza aérea norteamericana, estas consistían en construir piezas de forma compleja. La consecuencia fue los elevados costos en los maquinados de pequeños volúmenes, por lo que resultaba difícil pensar que esta actividad se desarrollara a nivel industrial.

Sin embargo, la investigación ha sido objeto de continuo perfeccionamiento y hasta hace 15 años las maquinas de control numérico costaban un precio extremadamente alto y por ello es que las empresas no arriesgaban en equipo tan costoso.

La producción de maquinas herramienta de C.N.C. ha registrado un aumento considerable a partir de 1975. Indudablemente, la evolución de la electrónica (Microprocesadores) ha jugado un papel preponderante en la evolución de estas maquinas. Lo cual dio como origen a la disminución en costos de tales equipos. Permitiendo así que los industriales se interesaran en adquirir estos equipos por las grandes ventajas que presentan en comparación de las maquinas herramientas convencionales. Es por ello que en la actualidad los equipos de C.N.C. son de primera necesidad en el desarrollo industrial de un país.

El decreciente gasto de adquisición, el elevado índice de rendimiento de corte, la precisión, la rapidez, la gran duración y la sencillez de programación son algunos de los motivos por los que sigue aumentando considerablemente el número de maquinas herramientas de C.N.C.



2.2) QUE ES CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADORA (CNC).

Existen diversas definiciones de lo que es el control numérico (CN) entre las que se pueden contar las siguientes:

- Es todo dispositivo capaz de dirigir posicionamientos de un órgano mecánico móvil, en el que las ordenes relativas a los desplazamientos del móvil son elaboradas a partir de las instrucciones codificadas en un programa.
- Es todo dispositivo que realiza un mando mediante números, haciendo que las máquinas desarrollen su trabajo automáticamente mediante la introducción en su memoria de un programa en el que se definen las operaciones a realizar por medio de combinaciones de letras y números.
- Son sistemas que, en base a una serie de instrucciones codificadas (programa), gobierna todas las acciones de una máquina o mecanismo al que le ha sido aplicado haciendo que este desarrolle una secuencia de operaciones y movimientos en el orden previamente establecido por el programador.

Quizá la definición más clara en lo que se refiere al CN aplicado a las máquinas-herramienta sea la siguiente:

El control numérico (CNC) puede definirse como un método de controlar con precisión la operación de una máquina mediante una serie de instrucciones codificadas, formadas por números, letras del alfabeto¹, símbolos que la unidad de control de la máquina, (MCU) puede comprender. Estas instrucciones se convierten en pulsos eléctricos de corriente, que los motores y controles de la máquina siguen para llevar a acabo las operaciones de maquinado sobre una pieza de trabajo. Los números, letras y símbolos son instrucciones codificadas que se refieren a distancias, posiciones, funciones o movimientos específicos que la máquina herramienta puede comprender al maquinar la pieza, estas instrucciones codificadas se suministran a la máquina como bloques de información, cada bloque se interpreta por la máquina CNC como una instrucción para realizar una simple operación. Los dispositivos de medición y de registro incorporados en las máquinas herramienta de control numérico por computadora aseguran que la pieza que se está manufacturando será exacta. Las máquinas (CNC) minimizan el error humano.

La principal aplicación del CNC es en la industria manufacturera. Las aplicaciones de mayor auge son: Tornoado, Fresado, Oxidación, Soldadura, Estampación y Perforación.

¹ GUÍA DEL CONTROL NUMÉRICO.
R. Intarlagla / P. Iccoq.
PARANINFO



Elementos que ayudan a controlar los datos de entrada y salida en un C.N.C.

2.3) CLASIFICACION DE LOS CONTROLES NUMERICOS.

Debido a las diferencias que existen entre las máquinas que son susceptibles de ser gobernadas por un CN, a las dificultades técnicas en el diseño de los controladores y a condicionantes de tipo económico, han aparecido diversos tipos de CN que pueden clasificarse de varias maneras:

- I) Según el sistema de referencia.
- II) Según el control de las trayectorias.
- III) Según el tipo de accionamiento.
- IV) Según el bucle de control.
- V) Según la tecnología de control.

I) CLASIFICACIÓN SEGÚN EL SISTEMA DE REFERENCIA.

Para programar los sistemas de CN es necesario establecer un sistema de referencia estándar en el que puedan ser especificadas las diferentes posiciones relativas de la máquina herramienta con respecto al trabajo a realizar.

Para facilitar las cosas de cara al programador la pieza a ser maquinada se fija a una mesa de trabajo mientras se que la máquina herramienta se mueve en torno a ella. De este modo el sistema de referencia se fija con respecto a la mesa de trabajo.

El propósito de los sistemas de referencia es localizar la herramienta en relación con la pieza a ser maquinada. Dependiendo del tipo de máquina de CN el programador puede tener varias opciones para especificar esta localización.

Sistemas de referencia fijos:

En este caso el origen siempre se localiza en la misma posición con respecto a la mesa de trabajo. Normalmente, esta posición es la esquina inferior de la izquierda de la mesa de trabajo y todas las posiciones se localizan a lo largo de los ejes XY positivo y relativos a ese punto de referencia.

Sistemas de referencia flotantes:

Estos son los más comunes en las modernas máquinas de CN, permiten que el operador fije el origen del sistema en cualquier posición de la mesa de trabajo. A esta característica se le llama origen flotante. El programador es el que decide donde debe estar situado el origen. Esta decisión corresponde a la conveniencia de la parte de programación. Por ejemplo, la pieza a trabajar puede tener una simetría y convendría situar el origen al centro de esa simetría. La localización de esta referencia se realiza al principio de la tarea, el operador mueve la herramienta mediante el control manual al punto que se desea como origen del sistema de referencia y presiona un botón indicándole a la máquina que en ese punto se encuentra el origen.

II) CLASIFICACIÓN SEGÚN EL CONTROL DE LAS TRAYECTORIAS.

Si atendemos al primer tipo de clasificación nos encontramos con dos tipos de CN distintos:

- CN punto a punto.
- CN paraxial.
- CN continuo o de contornoado.

Control numérico punto a punto:

El posicionamiento punto a punto (Fig. 2-1), esta formado por cualquier cantidad de puntos programados unidos entre si por líneas rectas. Este método se utiliza para localizar con precisión el husillo, o la pieza montada sobre la mesa de la máquina, en una o mas localizaciones específicas a fin de llevar a cabo operaciones como taladrado, rimado, mandrinado, machueleado y punzonado. El posicionamiento de punto a punto (G00, posicionamiento rápido), es el proceso de posicionar de una posición de coordenadas (X-Y) o localización a otra, en la ejecución de la operación de maquinado, es el retiro de la herramienta del trabajo y el paso a la siguiente localización hasta que todas las operaciones han sido terminadas en todas las localizaciones programadas.

El maquinado de punto a punto, se mueve de un punto al siguiente tan aprisa como sea posible (rápido) siempre que la herramienta de corte este por arriba de la superficie de trabajo. El recorrido rápido se utiliza para posicionar con rapidez la herramienta de trabajo. El recorrido rápido se utiliza para posicionar con rapidez la herramienta de trabajo o la pieza entre cada punto de localización antes de que inicie la operación de corte.

La velocidad de recorrido rápido es por lo común entre 200 y 800 pulg./min (5 y 20 m/min). Ambos ejes (X y Y) se mueven simultáneamente y a la misma velocidad durante los traslados rápidos. Esto da como resultado un movimiento a lo largo de una línea a 45° hasta que se llega a un eje y entonces hay un movimiento línea recta hasta el otro eje.

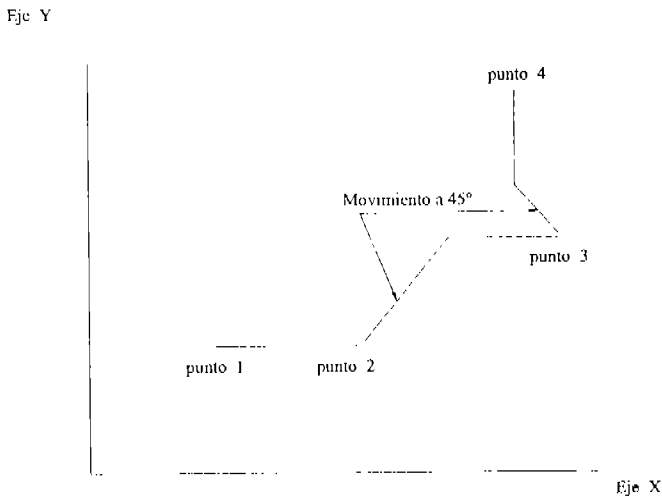


Fig. 2-1) La trayectoria seguida por el posicionamiento punto a punto entre varios puntos programados. (CONTROL NUMÉRICO PUNTO A PUNTO)

Control numérico paraxial:

El CN paraxial permite controlar la posición y trayectoria durante el mecanizado del elemento desplazable, siempre que esta última sea paralela a los ejes de la máquina y, en algunos casos, a 45 grados. En principio es aplicable a cualquier tipo de máquina herramienta si bien su uso en la práctica se reduce al gobierno de las taladradoras y fresadoras.

Control numérico continuo o de contorneado:

Aquí la herramienta de corte está por lo general en contacto con la pieza conforme se traslada de un punto programado al siguiente. El posicionamiento de trayectoria continua es la capacidad de controlar los movimientos de dos más ejes de la máquina de manera simultánea, a fin de mantener una relación constante entre el cortador y la pieza. La información en el programa CNC debe posicionar con precisión la herramienta de corte desde un punto al siguiente y seguir una trayectoria precisa predefinida a la velocidad de avance programada a fin de producir la forma o perfil requerido.(fig. 2-2)

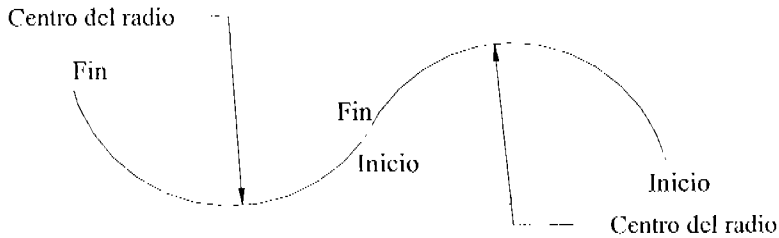


Fig.2-2) Se pueden generar formas complejas en varios ejes utilizando interpolación circular.(CONTROL NUMÉRICO CONTINUO)

III) CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE ACCIONAMIENTO.

Según el tipo de accionamiento pueden ser: Hidráulicos, eléctricos o neumáticos.

IV) CLASIFICACIÓN SEGÚN EL BUCLE DE CONTROL.

El control del sistema se puede realizar de dos formas: en bucle cerrado, donde a través de sensores se mide el valor a la salida, y se compara en todo instante con un valor de referencia proporcionando una adecuada señal de control; o en bucle abierto donde no existe tal realimentación.

Sistema de bucle abierto.

En el sistema la bucle o lazo abierto (fig. 2-3), los datos de entrada son alimentados en la unidad de control de la maquina (MCU). Esta información decodificada, en forma de programa, es puesto en orden hasta que el operador inicia el ciclo de maquinado de la maquina CNC. Los comandos del programa son convertidos de manera automática en pulsos o señales eléctricas que son enviados al MCU para energizar las unidades de servo control. Las unidades de servo control dirigen a los servo motores según la información suministrada por los datos de entrada del programa. La distancia que cada servo motor moverá el tornillo principal de la maquina dependerá del numero de pulsos eléctricos que reciba de la unidad de servo control.

El sistema de bucle o lazo abierto puede ser comparado al personal de un cañón, que ha efectuado todos los cálculos necesarios para alcanzar un objetivo distante, pero que carece de observador para confirmar la precisión del disparo.

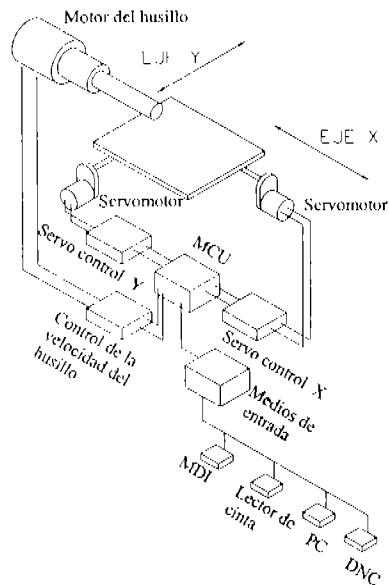


Fig.2-3) Un sistema de bucle o lazo abierto no tiene manera de verificar la precisión de un movimiento.

Sistema de bucle cerrado.

El sistema de bucle o sistema cerrado (Fig. 2-4), puede compararse con el mismo personal del cañón, que ahora tiene un observador para confirmar la precisión del disparo. El observador transmite la información relativa a la precisión del disparo al personal del cañón, quien a su vez realiza los ajustes necesarios para alcanzar el objetivo.

Se define como un servomecanismo de posición que consiste en comparar en todo momento la posición del elemento con la orden dada. La señal emitida al motor siempre es una función directa entre posición y orden. Las máquinas que utilizan este sistema cuentan con dos bucles de retorno de información, donde uno se encarga del control de la posición y el otro controla la velocidad de desplazamiento del móvil. En los sistemas de bucle cerrado se utilizan motores de corriente directa, alterna o hidráulicos.

Un servomecanismo es un sistema de control en bucle cerrado en el que la magnitud regulada es una posición mecánica.

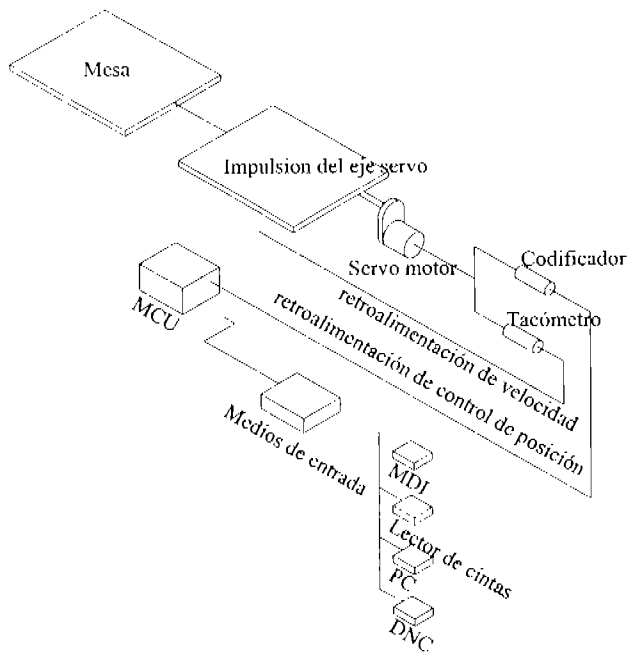


Fig.2-4) Un sistema de bucle o lazo cerrado verifica la precisión de cada movimiento.

V) CLASIFICACIÓN SEGÚN LA TECNOLOGÍA DE CONTROL.

Si atendemos a la clasificación según la forma física de realizar el control encontramos los siguientes tipos de CN:

- Control Numérico (CN)
- Control Numérico Computarizado (CNC).
- Control Numérico Adaptivo (CNA)

Control Numérico (CN).

La denominación de control numérico (CN) se utiliza para designar aquellos controles donde cada una de las funciones que realiza el control son implementadas por un circuito electrónico específico únicamente destinado a este fin, realizándose la interconexión entre ellos con lógica cableada.

Sus características principales son las de trabajar sin memoria, con una cinta perforada como medio de introducción del programa que se ejecuta de forma secuencial. Los armarios de control son de gran volumen y difícil mantenimiento.

Control Numérico Computarizado (CNC).

El tipo de controles basados en circuitos específicos y lógica cableada (CN) ha caído en desuso con la aparición de los Controles Numéricos Computarizados (CNC), basados en el uso de uno o varios microprocesadores que sustituyen a los circuitos de lógica cableada de los sistemas CN.

Los CNC, incluyen una memoria interna de semiconductores que permiten el almacenamiento del programa pieza, de los datos de la máquina y de las compensaciones de la herramienta. Por otra parte incorporan un teclado que facilita la comunicación y el grado de interactividad con el operario y permiten la ruptura de la secuencia de los programas, la incorporación de subrutinas, los saltos condicionales y la programación paramétrica. Por otra parte se, se trata de equipos compactos con circuitos integrados, lo que aumenta el grado de fiabilidad del control y permite su instalación en espacios reducidos y con un nivel de ruido elevado.

Actualmente todos los controles numéricos que se fabrican son del tipo CNC, quedando reservado el término CN para una referencia genérica sobre la tecnología, de tal forma que se utiliza la denominación CN (Control Numérico) para hacer referencia a todas las máquinas de control numérico, tengan o no un computador.

Control Numérico Adaptivo (CNA).

Este tipo de control es la tendencia actual de los controles. En ellos el controlador detecta las características del mecanizado que está realizando y en función de ellas optimiza las velocidades de corte y los avances; en otras palabras, adapta las condiciones teóricas o programadas del mecanizado a las características reales del mismo. Para ello se hace uso de sistemas sensoriales de fuerza y deformación en la herramienta, par, temperatura de corte, vibraciones, potencia, etc.

Las razones de introducción del CNA residen en la variación de las condiciones de corte durante el mecanizado por varios motivos:

- Geometría variable de la sección de corte (profundidad y anchura) por la complejidad de la superficie a mecanizar, típico de las operaciones de contorno.
- Variaciones en la dureza y en la maquinabilidad de los materiales.
- Desgaste de las herramientas, incrementándose el esfuerzo de corte.

2.4) MAQUINAS HERRAMIENTA CON C.N.C.

En principio, contrariamente a lo que se pudiera pensar, el CNC no fue concebido para mejorar los procesos de fabricación, sino para dar solución a problemas técnicos surgidos a consecuencia del diseño de piezas cada vez más difíciles de mecanizar.

El CNC se monta sobre todo tipo de maquina herramienta convencional, tanto de arranque de viruta como de trazado y de formación así, lo encontramos en tornos, fresadoras, rectificadoras, taladradoras, mandrinadoras, dobladoras, plegadoras, punzonadoras, maquinas de trazar, punteadoras, maquinas de soldar, de oxicorte, de medir, etc. (vease fig. 2-5). Sin embargo, el CNC ha promocionado el desarrollo de dos tipos de maquinas múltiples:

- El centro de mecanizado para piezas prismáticas, en el que sobre pieza fija una o mas torretas con herramientas giratorias, permiten efectuar operaciones de fresado, taladrado, mandrinado, escariado, etc. Si lleva incorporada mesa giratoria pueden efectuarse operaciones de torno vertical.

- El centro de torneado, dotado de una o mas torretas, con herramientas motorizadas que, además de las clásicas operaciones de torneado, permiten efectuar fresados, taladrados, escariados, etc, tanto axiales como radiales.

Las características de precisión exigidas en estas maquinas en condiciones duras de utilización, han modificado las características de diseño de las mismas.

En el diseño de la cadena cinemática se busca disminuir los juegos, rozamientos, vibraciones e inercia de las masas móviles para mejorar la precisión y la repetibilidad del posicionamiento de la herramienta, aumentado la rigidez de las guías y utilizando materiales de bajo coeficiente de fricción o sistemas hidrostáticos o de rodadura, husillos a bolas para la transmisión del movimiento sin holguras, etc.

Otros puntos en los que se ha mejorado son la estabilidad y uniformidad térmica con potentes sistemas de refrigeración de herramienta, pieza o incluso maquina, y la evacuación de virutas.

Sobre las funciones desarrolladas por las maquinas convencionales las maquinas a control numérico incorporan básicamente:

- Sistemas de posicionado de la herramienta. - Sistemas de medición del desplazamiento. - Sistemas de medición de piezas y herramientas. - Sistemas de control de condiciones de mecanizado. - Sistemas de cambios de herramientas. - Sistemas de cambio de pieza.

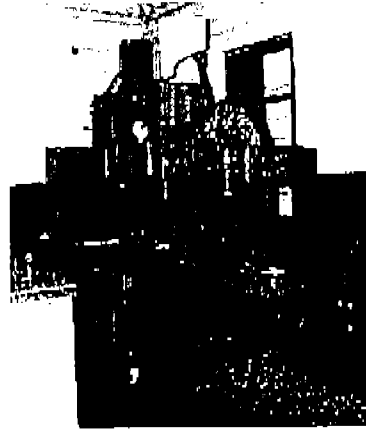


a)

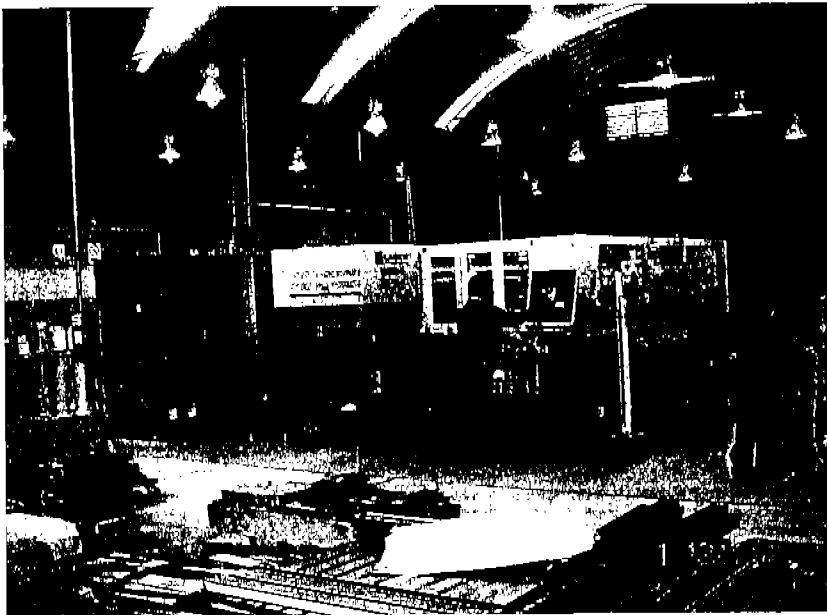
ROBOT CNC PARA CORTE Y SOLDADURA



b) TALLER COMPLETO



c) CENTRO DE MECANIZADO



(d) CORTADORA LÁSER.

Fig.2-5) Máquinas herramientas que utilizan CNC para el control de sus operaciones (a) robot para corte y soldadura, (b) Taller completo de CNC, (c) centro de mecanizado y (d) Cortadora láser.

2.5) ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL CNC.

ARQUITECTURA GENERAL DEL CONTROL NUMÉRICO.

Todo control numérico debe poseer cuatro subconjuntos funcionales (vease fig. 2-6):

- a) Unidad de entrada-salida de datos y visualización. Una computadora de uso general, que recolecta y almacena la información programada.
 - b) Unidad de memoria interna e interpretación de ordenes. Una unidad de control, que se comunica y dirige el flujo de información entre la computadora y la unidad de control de la maquina.
 - c) Unidad de calculo. La lógica de la maquina, que recibe información y que la pasa a la unidad de control de la maquina.
 - d) Unidad de enlace con los elementos mecánicos. La unidad de control con la maquina, que contiene las unidades servo, los controles de velocidad y de avance y las operaciones de la maquina como los movimientos del husillo y de la mesa y el cambiador automático de las herramientas.
- a) La unidad de entrada de datos, así como la unidad de memoria, sirve para introducir los programas en el equipo de CNC utilizando un lenguaje específico para el equipó (lenguaje maquina). Estos programas pueden ser introducidos por medio de una computadora en la memoria, que puede ser de cinta magnética, discos flexibles o la propia memoria de control numérico.
 - b) Unidad de calculo. El control de la maquina contiene un microprocesador también llamado interpolador que efectúa el calculo de las coordenadas y las suministra a la cadena de control. Estos interpoladores pueden ser lineal, circular y parabólico. Cuando los movimientos de los ejes están sincronizados, se habla de una interpolación, en la mayoría de los casos se trata de una interpolación lineal en el plano o en el espacio y circular en un plano.
 - c) Unidades de enlace (control y regulación de los desplazamientos). La regulación de los desplazamientos o de las posiciones de los elementos controlados es la base fundamental de los sistemas de CNC, este control se realiza por medio de un sistema de bucle cerrado o por medio de un sistema de bucle abierto.



Fig. 2-6) MAQUINA CNC PARA LA CREACIÓN DE MOLDES DE RESINA

2.5.1) EL PAPEL DE UNA COMPUTADORA EN CNC.

La computadora tiene también muchos usos en el proceso general de manufactura (Véase fig. 2-7). Se utiliza para el diseño de las piezas mediante el diseño asistido por computadora (CAD), en las pruebas, inspección, control de calidad, planeación, control de inventarios, recolección de datos, programación del trabajo, almacenamiento y en muchas otras funciones de la manufactura.

Las computadoras llenan tres papeles importantes en el control numérico por computadora (CNC):

- 1.) Prácticamente todas las unidades de control de la maquina (MCU) incluyen o incorporan una computadora en su operación. Estas unidades generalmente se llaman control numérico por computadora (CNC).
- 2.) La mayor parte de la programación de piezas para las maquinas herramientas CNC se lleva a cabo con asistencia de computadoras fuera de línea.
- 3.) Un numero cada vez mayor de maquinas herramienta esta controlado o supervisado por computadoras que pueden estar situadas en un cuarto de control separado o incluso en otra planta. Esto se conoce comúnmente como control numérico directo (CND).

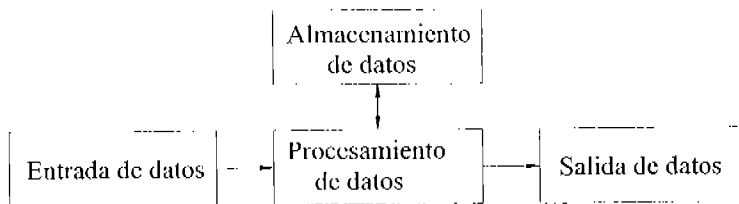


FIG. 2-7) La función principal de la computadora es aceptar, proccsar y entregar datos.

2.6) FACTORES Y VENTAJAS DE UN EQUIPO CNC.

PRECISION.

Las maquinas herramientas CNC no hubieran sido aceptadas por la industria de no ser capaces de efectuar maquinados con tolerancias muy estrechas. Cuando se estaba desarrollando CNC, la industria estaba buscando una manera de mejorar las velocidades de producción y lograr una mayor precisión en sus productos. Un mecánico diestro es capaz de trabajar con tolerancias estrechas, como por ejemplo ± 0.001 pulg. (0.0025mm), o incluso menos en la mayor parte de las maquinas herramienta. Le ha tomado al mecánico muchos años de experiencia para adquirir esa destreza, pero esta persona no puede ser capaz de trabajar con esta precisión todo el tiempo. Algún error humano significara que alguna pieza producida tendrá que enviarse a desperdicio.

Las maquinas herramienta modernas CNC son capaces consistentemente de producir piezas que tienen una precisión de con tolerancias de hasta 0.001 a 0.002 pulg (0.0025 a 0.005mm). Las maquinas herramienta están mejor fabricadas y los sistemas de control electrónicos aseguran que se producirán las piezas con las tolerancias permitidas por los planos de ingeniería.

CONFIABILIDAD.

El rendimiento de las maquinas herramienta CNC y de sus sistemas de control tenía que ser por lo menos tan confiable como los mecánicos herramentistas y matriceros para que la industria aceptara este concepto de maquinado. En vista que los consumidores en todo el mundo estaban demandando productos mejores y mas confiables, había una gran necesidad de equipo que pudiera maquinar a estrechas tolerancia y que se pudiera contar en su capacidad de repetir lo anterior una y otra vez. Las mejorías en las correderas, cojinetes, tornillos de bolas, y micas de las maquinas, todas ellas ayudaron a que las maquinas fueran mas robustas y mas precisas. Se desarrollaron nuevas herramientas de corte y sus soportes que correspondian a la precisión de la maquina herramienta y que hacian posible la producción de manera consistente de piezas precisas.

CAPACIDAD DE REPETICION.

La capacidad de repetición y la confiabilidad son muy difíciles de separar porque muchas de las mismas variables afectan a ambas. La capacidad de repetición de una maquina herramienta involucra la comparación de cada una de las piezas producida en dicha maquina para ver como se comparan con otras piezas en lo que se refiere a tamaño y precisión. La capacidad de repetición de una maquina CNC debe ser por lo menos la mitad de la tolerancia mas pequeña de la pieza. Las maquinas herramientas capaces de la máxima precisión y repetición naturalmente son mas costosas, debido a la precisión incorporada en la maquina herramienta y/o al control del sistema.

PRODUCTIVIDAD.

Ha sido la meta de la industria producir productos mejores a precios competitivos o menores para alcanzar una porción mas grande del mercado. Para hacer frente a la competencia del extranjero, los fabricantes deben producir productos de una calidad mas alta, y al mismo tiempo mejorando el mismo rendimiento sobre el capital invertido y reduciendo los costos de manufactura y de mano de obra. Estos factores son suficientes para justificar el uso de CNC y para automatizar las plantas. Proporcionan la oportunidad de producir bienes de mejor calidad mas rápido y a un costo menor.

La unidad de control de la maquinas CNC moderna tiene varias características que no se encontraban en las unidades de control de circuitos físicos anteriores a 1970.

VENTAJAS DEL CNC.

El control numérico representa la solución ideal dadas las notables ventajas que se obtienen de su utilización. (Véase fig. 2-8). Entre estas cuenta con:

- a) La posibilidad de fabricar piezas de gran complejidad, como las superficies tridimensionales necesarias en la fabricación de aviones.
 - b) Precisión. Esta ventaja parte de la eliminación de holguras, disminución de fricciones, disminución del desgaste y eliminación de esfuerzos. Las precisiones alcanzadas en las máquinas herramienta con CNC van desde 1 a 10 μ .
 - c) Aumento de la productividad de las máquinas. Este aumento de productividad se debe a la disminución del tiempo total de maquinado en virtud, sobre todo, de la disminución de los tiempos de desplazamientos en vacío, y de la rapidez de los posicionamientos que suministran los sistemas electrónicos de control.
 - d) Reducción de controles. Se da fundamentalmente por la gran flexibilidad y repetibilidad de una máquina herramienta con CNC. Esta reducción de controles permiten prácticamente eliminar toda operación humana posterior, con la consiguiente reducción en costos y tiempos de fabricación.
 - e) Ahorro en materia prima. En los talleres convencionales se admite un coeficiente de desecho del 3% al 4%. Para las máquinas con CNC este coeficiente es inferior al 1%, por lo tanto, es evidente el ahorro sobre todo si las piezas son complejas.
 - f) Flexibilidad. Esta es una gran ventaja, ya que los equipos de CNC cuentan con memoria, dando lugar al almacenamiento de programas, que en cualquier momento se puedan activar, obteniendo así una repetibilidad exacta y precisa cada ocasión que se requiera.
-

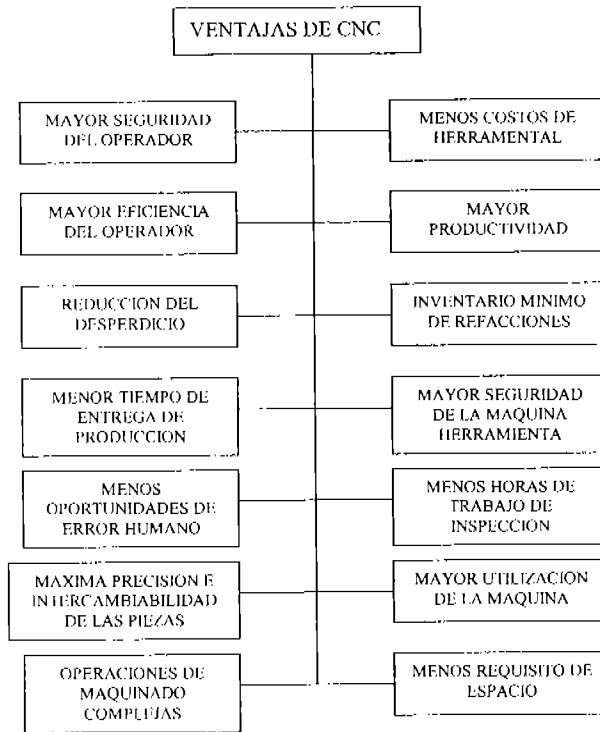


Fig.2-8) CNC le ofrece a la industria muchas ventajas, incrementa la productividad v la manufactura de productos.

2.7) HERRAMIENTAS DE CORTE.

Los materiales de que están hechas las herramientas involucran el mismo rango que el de las herramientas de maquinas convencionales, lo que las distingue es su geometría, es decir, que van colocadas en pastillas comúnmente conocidas como insertos, sobre barras porta-insertos.(fig 2-9).

Los centros modernos de torneado son de construcción rígida y tienen disponibles las velocidades, avances y potencias necesarios para usar todo tipo de herramientas de corte, incluso los superabrasivos.

Existe una gran variedad de materiales de herramientas de corte para adecuarse a cualquier material de la pieza u operación de maquinado. Puede incluirse carburos, carburos recubiertos, cerámica, cermet, nitruro de boro cúbico y herramientas de diamante. (véase cap. 1-4). Dado que los sujetadores y las formas de los insertos se han estandarizado, la mayor parte de los insertos se adaptan en los mismos sujetadores.



Fig.2-9) La figura muestra algunos ejemplos de insertos, para diferentes tipos de maquinados (insertos para torno y fresadora o centro de mecanizado)

2.7.1) SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA TORNEADO.

En la selección de una herramienta de torneado hay que considerar el tipo de operación a realizar, el perfil de la pieza y el material a mecanizar. La forma del porta inserto y el sistema de sujeción del inserto se seleccionan atendiendo al perfil de la pieza y el tipo de operación (desbaste interior o exterior, torneado de copia, etc). La geometría y la calidad del inserto, en función de las características del material a mecanizar, el tipo de operación y las condiciones de mecanizado.

A continuación se explica ordenadamente el proceso de selección a seguir y los conocimientos necesarios para realizarlo satisfactoriamente.

Selección del sistema de portaherramientas.

En función del tipo de operación a realizar es necesario seleccionar el sistema idóneo de sujeción del inserto al porta inserto.

- SISTEMA P: Fijación por palanca o pasador
- SISTEMA M: Fijación por brida superior y palanca.
- SISTEMA C: Fijación por brida superior.
- SISTEMA S: Fijación por tornillo.

Aunque el código ISO acredita cuatro sistemas, no son los únicos que se pueden encontrar. Los fabricantes tienden a desarrollar nuevos sistemas de sujeción buscando la máxima o mejor aplicación en las diferentes operaciones de mecanizado.

Sistema P.

Este sistema se aplica principalmente en el torneado exterior y en el mandrinado de grandes agujeros y, de forma general, en todo tipo de mecanizado de pasada ligera a profunda. (Véase fig. 2-10)

El inserto está sujeto por medio de una palanca que bascula cuando se aprieta el tornillo de sujeción. La palanca presiona el inserto desde su agujero, atrayéndolo firmemente contra dos lados. El sistema se caracteriza por su excelente estabilidad, gran exactitud de posición y repetibilidad; además no dificulta la salida de la viruta y el cambio de inserto es rápido y fácil.

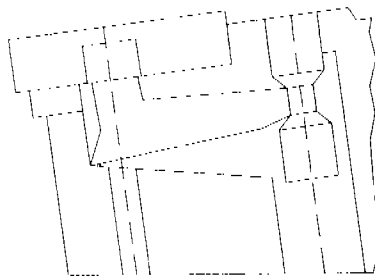


Fig.2-10) Sistema P de fijación: fijación por palanca o pasador.

Sistema M.

Se aplica en las mismas operaciones que el anterior sistema, con la ventaja de ser más accesible en operaciones de copiado exterior. (Véase fig. 2-11)

La brida cuña superior incrementa la rigidez presionando el inserto contra el pasador fijo y al mismo tiempo apretándolo hacia abajo.

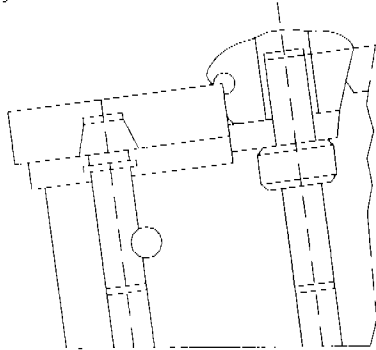


Fig.2-11) Sistema M de fijación: Fijación por brida superior y palanca.

Sistema C.

Este sistema se aplica principalmente en operaciones de acabado exterior e interior. Existen herramientas que utilizando este sistema, pero con diseños especiales de la brida e incluso del inserto, consiguen una alta precisión en el mecanizado de copia. (Véase fig. 2-12)

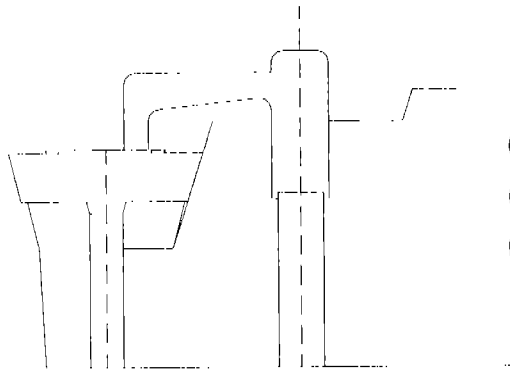


Fig.2-12) Sistema C de fijación: Fijación por brida superior.

Sistema S.

Es el sistema más adecuado para el mecanizado interior de diámetros pequeños, así como para operaciones que van del desbaste ligero exterior al acabado de piezas pequeñas. (Véase fig. 2-13)

El inserto se sujeta con un tornillo que pasa por el agujero central del mismo; la fijación es segura y con excelente repetibilidad; asimismo, la viruta sale con facilidad y requiere poco espacio.

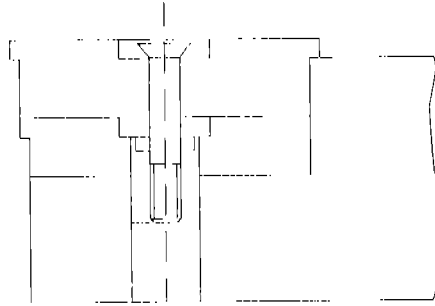


Fig.2-13) Sistema S de fijación: Fijación por tornillo.

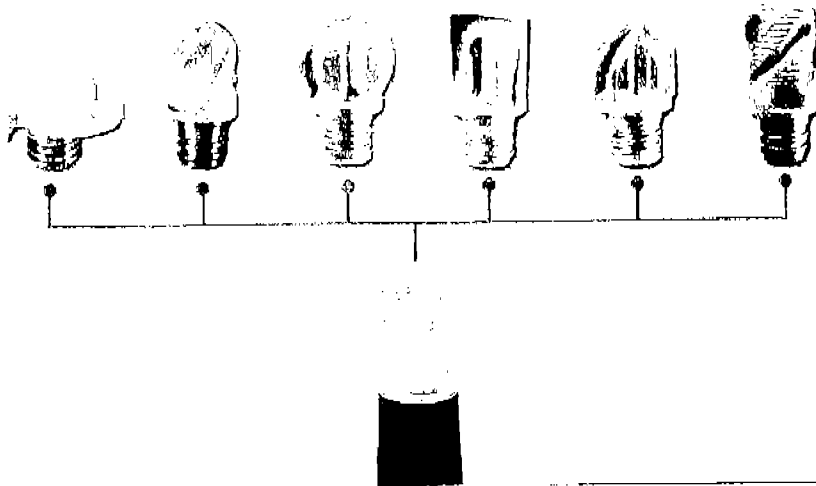


Fig.2-14) Otro sistema de fijación para herramienta de fresado.

Es importante recordar que el éxito de cualquier operación de tornado depende de la precisión del sistema de herramientas y de las herramientas de corte que se están utilizando.

Selección del inserto.

En función del sistema de fijación, cada fabricante clasifica un grupo de posibles insertos. (Véase fig. 2-15) La selección de la geometría, de la calidad y de los datos de corte debe hacerse considerando los siguientes factores:

- 1.-) Tipo de material a mecanizar (viruta larga, viruta corta, inoxidable y resistente al calor, blando, duro, etc.).
- 2.-) Operación a realizar (acabado, desbaste ligero, desbaste, desbaste pesado, etc.).
- 3.-) Tipo de mecanizado (continuo o intermitente).
- 4.-) Tendencias a las vibraciones.
- 5.-) Potencia de la máquina.

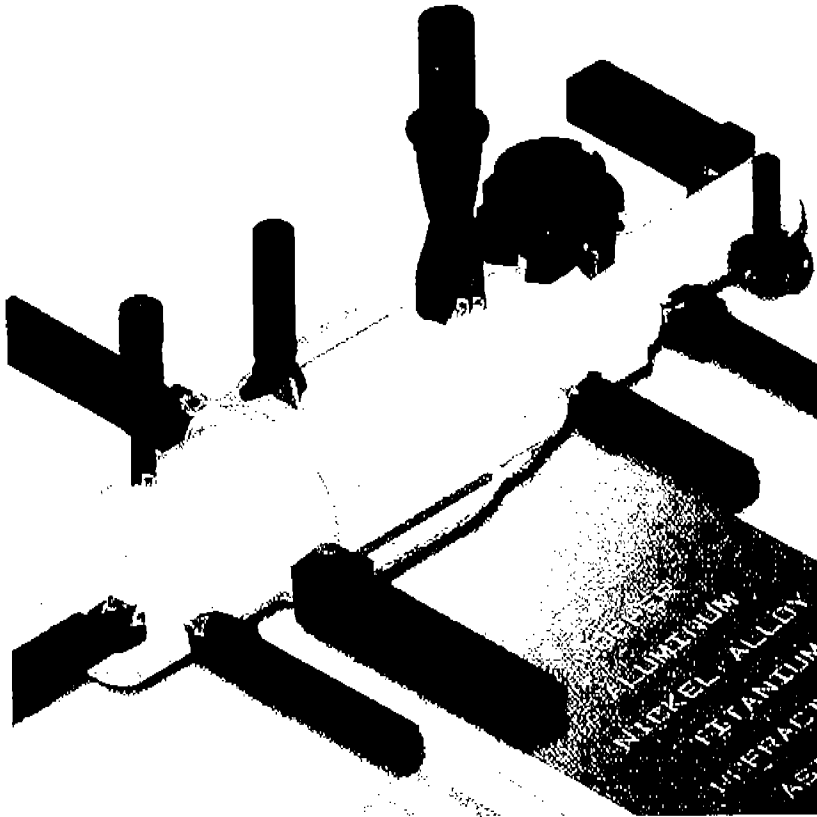


Fig.2-15) Tipos de operaciones que influyen para la selección del tipo de inserto y porta inserto, en el torneado.

Selección del tamaño del inserto.

El tamaño del inserto depende básicamente de la profundidad de pasada "a". (Véase fig. 2-16). En función del ángulo de posición del porta inserto "E" se determina la longitud del filo de corte efectivo "L". La longitud de la arista de corte se calcula teniendo en cuenta los valores máximos del filo de corte efectivo que el fabricante indica para las diferentes formas y geometrías de los insertos; dichos valores no se deben sobrepasar en ningún caso.

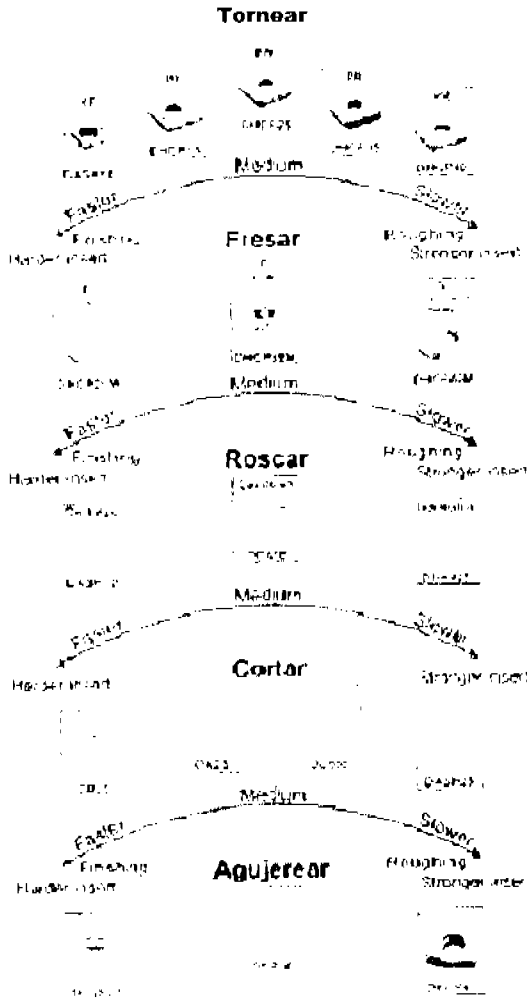


Fig.2-16) Algunos tipos de insertos.

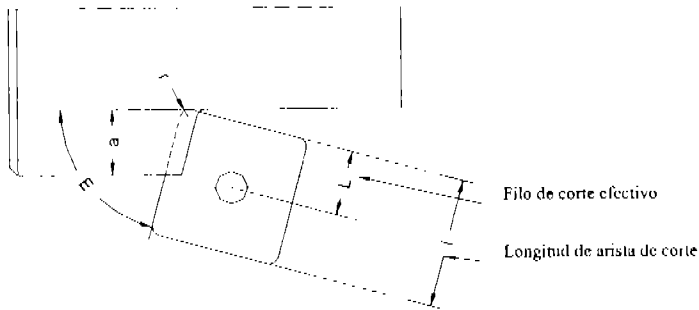


Fig.2-17) Elementos que intervienen para la selección del tamaño del inserto.

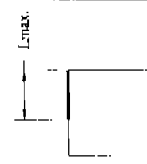
Tabla de criterios para la selección del tamaño del inserto.

| Angulo de posición E | Profundidad de corte (a) mm | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 |
| | Longitud del filo de corte efectivo requerido (L) mm | | | | | | | | | | |
| 90 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 |
| 75 | 1.5 | 2.1 | 3.1 | 4.1 | 5.2 | 6.2 | 7.3 | 8.3 | 9.3 | 11 | 16 |
| 60 | 1.2 | 2.3 | 3.5 | 4.7 | 5.8 | 7 | 8.2 | 9.3 | 11 | 12 | 18 |
| 45 | 1.4 | 2.9 | 4.3 | 5.7 | 7.1 | 8.5 | 10 | 12 | 13 | 15 | 22 |
| 30 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 30 |
| 15 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 27 | 31 | 35 | 39 | 58 |

Ejemplo: Suponiendo un proceso de selección de una herramienta de desbaste exterior, del cual se ha determinado el porta inserto (PSBNI) y el inserto (SNMM), calcular la longitud de la arista de corte "l", teniendo en cuenta que la profundidad de pasada máxima prevista es de 6mm y el ángulo de posición del porta inserto es 75°.

1.-) Determinar el filo de corte efectivo según la tabla; $l = 6.2 \text{ mm}$

2.-) Calcular la longitud de la arista de corte "l". El contenido de la siguiente tabla es un extracto de un catalogo de herramientas en el cual el fabricante indica, según la fórmula adjunta, la longitud máxima del filo de corte efectivo para un determinado tipo de placas cuadradas de desbaste (insertos). Sustituyendo en la ecuación el valor del filo de corte efectivo calculado en el punto 1, se calcula la longitud de la arista de corte.

| | | | |
|---------|---------|---|--------------------|
| SNMA | SNMG |  | $L_{max} = (2/3)l$ |
| SNMG-15 | SNMG 23 | | |
| SNMM | SNMM 31 | | |
| SNMM 71 | SNMM-41 | | |
| SCMM-52 | SCMA | | |

$$L_{max} = 2/3 l \rightarrow l = 3L/2 ; l = (3 \times 6.2)/2 ; l = 9.3 \text{ mm}$$

La placa o inserto a seleccionar debe tener por motivos de seguridad el tamaño siguiente, por tanto, una longitud de 12mm.

Las dimensiones del mango porta inserto guardan relación con la longitud de la arista de corte. Seleccionar de todos los aportados por el fabricante el más grande, ya que proporciona una estabilidad máxima.

El radio de la punta debe seleccionarse en función del tipo de mecanizado (desbaste o acabado). Para el mecanizado en desbaste, seleccionando el mayor radio de punta posible, se obtiene un filo de corte resistente y permite mayores avances. Si existe tendencia a vibraciones, seleccionar un radio más pequeño. El avance a utilizar no debe sobrepasar en ningún caso el máximo recomendado por el fabricante. Con carácter general, se puede tomar como referencia la siguiente fórmula empírica:

$$\text{DESBASTE (S)} = 0.5 \times \text{RADIO DE PUNTA}$$

La combinación del radio de la punta y del avance son los factores que influyen en el acabado superficial y las tolerancias, para lograr un buen acabado superficial, es aconsejable utilizar elevadas velocidades de corte y ángulos positivos. Al igual que para el mecanizado en desbaste, seleccionar un radio pequeño si existe tendencia a vibraciones.

3) CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN CNC APLICADOS EN LOS LABORATORIOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA DE LA ENEP ARAGON.

3.1) INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN.

De todos los factores que concurren para una utilización eficaz y rentable de las maquinas con control numérico, la programación es una de las mas importantes.

Es también aquella cuya complejidad real es la peor comprendida. Es uno de los temores del control numérico, la palabra programación ha evocado a menudo la palabra computadora, y se ha tenido del programador una idea que no correspondía a la realidad.

En efecto, **la programación no es más que la codificación de un modo operativo y riguroso en sus menores detalles**¹. El programador deberá poseer, en primer lugar, conocimientos profundos de la tecnología de maquinado completados por la tecnología de codificación, bajo la cual las informaciones deben ser sometidas al equipo de control numérico. La programación comprende pues dos fases:

-El establecimiento de un modo operativo detallado.

-Su transcripción, ya bajo una forma directamente asimilable por el equipo de control, o ya en un lenguaje que tratara una computadora para hacer la cinta perforada: en el primer caso se hablara de programación manual en el segundo caso, de programación asistida o automática.

Las técnicas de programación están en constante evolución, sobre todo desde la aparición de las mini y las microcomputadoras. Los últimos logros en la materia han tenido por objeto facilitar la programación.

Como en el trabajo convencional existe una preparación de maquinas como puede ser el tipo de utillaje, las herramientas elegidas para el maquinado y la puesta a punto de la maquina. Sin embargo, nos queda todavía la comunicación de las ordenes del hombre a la maquina a través del armario de control.

Para resolver esta dificultad se ha inventado un lenguaje alfanumérico (letras, números y signos) accesible al hombre e interpretable por la maquina. Este lenguaje su propia sintaxis codificada, se llama lenguaje de programación.

En general, la información necesaria para la ejecución de una pieza en la Maquina Herramienta con Control Numérico (MHCN) puede ser de los siguientes tipos: geométrica, tecnológica y de movimiento.

Información geométrica, es la que contienen los datos referentes a las superficies de referencia, origen de los movimientos, etc.

Información tecnológica, describe los datos referentes a las condiciones de maquinado, los materiales, el modo de funcionamiento de la máquina, etc. En definitiva todos aquellos que no tienen que ver con la geometría de la pieza.

Información de movimiento, indica el orden secuencial de las operaciones y el tipo de función de desplazamiento. Esta información es la que indica como se va a mover la maquina.

La preparación de esta información de forma inteligible para el control numérico se denomina programación.

¹ TECNOLOGIA DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTA.
Steve S. Kraus / Albert F. Check
ALFAOMEGA

3.1.1) ESTRUCTURA DEL PROGRAMA.

El programa se divide cronológicamente en una serie de pasos llamados bloques, que contienen la información de una operación elemental, siendo esta la que queda delimitada por la capacidad de procesamiento y de actuación de la máquina-herramienta.

Como generalmente la ejecución del programa se realiza de forma secuencial, el orden de este coincide con el de las operaciones de maquinado. En los controles numéricos tipo CNC, existe la posibilidad de romper con este orden según convenga en el programa.

Todas las acciones que la máquina debe realizar y que se definen en cada bloque, se refieren a:

- a) desplazamiento de la herramienta;
- b) Velocidad de avance y rotación;
- c) Selección de herramientas;
- d) Establecimiento de las condiciones y modo de funcionamiento de la máquina-herramienta y del control numérico.

Desde el punto de vista de la programación, cada una de las posibles actuaciones, como las que se acaban de indicar, se denominan funciones y vienen identificadas por medio de una letra, a veces llamada dirección. Cada letra o dirección es acompañada de por una cifra que representa el valor numérico de la función para la operación que se está considerando. Este valor puede ser codificado o directo.

Al conjunto de caracteres que fijan una función cualquiera se le denomina "palabra" y así, un programa se compone de bloques y un bloque de funciones o palabras.

Según la norma ISO 1057, los caracteres que se pueden utilizar para la identificación o direccionamiento de una función son:

- A - Coordenadas alrededor del eje X.
- B - Coordenada angular alrededor del eje Y.
- C - Coordenada angular alrededor del eje Z.
- D - Coordenada angular alrededor del eje especial o tercera velocidad de avance.
- E - Coordenada angular alrededor del eje especial o segunda velocidad de avance.
- F - Función velocidad de avance.
- G - Función preparatoria.
- H - Disponible.
- I - Disponible para usar en CN continuos.
- J - Disponible para usar en CN continuos.
- K - Disponible para usar en CN continuos.
- M - Función auxiliar.
- N - Numero de bloques.
- O - No utilizar.
- P - Movimiento terciario paralelo al eje X.
- Q - Movimiento terciario paralelo al eje Y.
- R - Movimiento terciario paralelo al eje Z o desplazamiento rápido según Z.
- S - Función velocidad de rotación.
- T - Función herramienta.
- U - Movimiento secundario paralelo al eje X.
- V - Movimiento secundario paralelo al eje Y.
- W - Movimiento secundario paralelo al eje Z.
- X - Movimiento principal del eje X.
- Y - Movimiento principal del eje Y.
- Z - Movimiento principal del eje Z.

3.1.2) PROGRAMACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE LA MAQUINA-HERRAMIENTA.

Para describir los movimientos que debe realizar la herramienta, es necesario primeramente definir un sistema de referencia de movimientos, y así se define como tal un sistema de coordenadas ortogonal de sentido directo con los ejes paralelos a las guías principales de la maquina, y ligado a la pieza de forma que el programador pueda describir los movimientos sin distinguir si la herramienta se aproxima a la pieza o la pieza a la herramienta.(fig. 3-1)

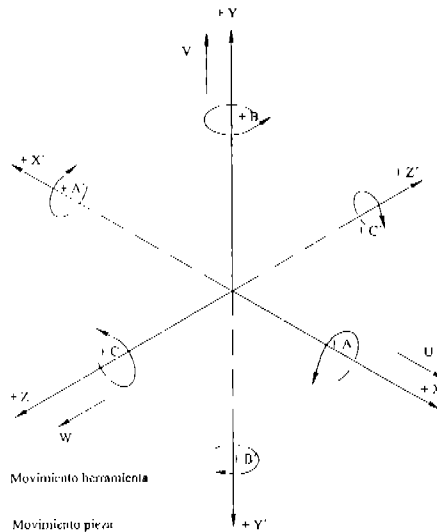


Fig.3-1) Sistema de coordenadas ortogonal de sentido directo con los ejes

El modo de situar el sistema de coordenadas sobre la maquina es objeto de la norma UNE 71-018. El valor de los desplazamientos de la herramienta se puede indicar de dos maneras:

- mediante el valor de la coordenada del punto que ha de alcanzar la herramienta, en cuyo caso se dice que la programación es absoluta;
- mediante el incremento del valor de las coordenadas entre los puntos inicial y final de la trayectoria, en cuyo caso la programación es incremental.

Los controles numéricos modernos admiten tanto la programación absoluta como la incremental dentro de un mismo programa. En los mas antiguos, si disponían de ambas programaciones estas se seleccionaban en el panel de mando del control al comienzo del programa.

Como resumen de la norma UNE 71-018, se puede decir que se establece un triedro X, Y, Z para los movimientos principales, de acuerdo con las ideas que continuación se exponen.

EJE Z DE MOVIMIENTO.

El movimiento según el eje Z es el que corresponde con la dirección del eje del husillo principal, que es el que proporciona la potencia de corte. Si no existiera el husillo, el eje Z sería perpendicular a la superficie de sujeción de la pieza. En el caso de que existieran varios husillos, se elige uno como el principal, preferentemente aquel que cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- el eje del husillo permanece constante paralelo a uno de los tres ejes del sistema normal;
- el eje del husillo está situado perpendicularmente a la superficie de sujeción de la pieza.

Si el eje del husillo principal puede girar alrededor de un eje perpendicular a él y la amplitud de este movimiento no le permite ocupar más de una posición paralela a uno de los ejes del sistema de coordenadas, es esta dirección la que constituye el eje Z.

EJE X DE MOVIMIENTO.

El eje X se elige, siempre que sea posible, horizontal y paralelo a la superficie de sujeción de la pieza. En las máquinas en que las piezas y herramientas no son giratorias, el eje X es paralelo a la dirección principal de corte y su sentido positivo se corresponde con el sentido de corte. En las máquinas en que las piezas tienen movimiento de rotación, el eje X es radial y paralelo a las guías del carro transversal.

Para discernir el sentido positivo del eje X, para máquinas en que las herramientas tienen el movimiento de rotación, conviene distinguir entre aquellas que tienen el eje Z horizontal o vertical.

Si es horizontal, el sentido positivo del eje X está dirigido hacia la derecha cuando se mira desde la zona de accionamiento del husillo principal hacia la pieza.

Si es vertical, el sentido positivo del eje X está dirigido hacia la derecha cuando se mira desde la zona de accionamiento del husillo principal hacia el montante, y para las máquinas de pórtico, cuando se mira del husillo principal hacia el montante izquierdo del pórtico.

EJE Y DE MOVIMIENTO.

El eje Y se elige de manera que forme con los ejes X y Z un triedro de sentido directo.

Los movimientos A, B y C definen desplazamientos de rotación efectuados, respectivamente, alrededor de ejes paralelos a X, Y y Z. El sentido positivo se toma de forma que un tornillo a derechas girando en sentido positivo avance, respectivamente, según $+X$, $+Y$, $+Z$.

Si además de los movimientos de traslación, X, Y y Z, y de rotación A, B y C, existen otros movimientos de traslación y/o de rotación paralelos a estos, se designan por U, V y W para los primeros y D y E para los segundos.

Las letras P, Q y R se reservan para movimientos lineales paralelos.

La situación del origen del sistema de coordenadas definido difiere de unos controles a otros, pero responden de una forma simplificada a los siguientes tres tipos: origen fijo, origen móvil y origen flotante.

Se dice que el origen de una MHCN es fijo si el origen del sistema de coordenadas se encuentra definido y situado de manera permanente en un punto de esta.

La denominación de origen móvil y de origen flotante se da cuando, desde el punto de vista de la programación, existe la posibilidad de desplazar el origen de coordenadas a puntos que interesen en el programa de una pieza. La diferencia entre estos dos tipos se deriva sustancialmente del modo físico de resolverlos.

En lo que respecta a la máquina-herramienta, el origen móvil no se diferencia del origen fijo, siendo el control numérico el que, por cálculo de las nuevas coordenadas, transforma un tipo en otro.

3.1.3) PROGRAMACIÓN DE VELOCIDADES.

La programación de la velocidad de avance y de rotación se efectúa mediante las letras F y S, respectivamente.

El valor de estas funciones se indica de forma directa, generalmente en mm/min, para movimiento de avance independientes de la velocidad de rotación, o en mm/rev, si dependen de esta, y en rev/min para la velocidad de rotación.

3.1.4) PROGRAMACIÓN DE LA HERRAMIENTA.

Las operaciones relacionadas con la herramienta que deben especificarse en el programa son: el cambio de la herramienta para máquinas con cambiador automático y el ajuste de sus dimensiones.

La primera de estas operaciones se programa por medio de la letra T y una cifra que indica el número de la herramienta. La numeración de las herramientas que se utilizan en un programa se realiza físicamente sobre de ella a base de un identificador en su mango (anillos), o bien, de manera indirecta mediante la numeración de las posiciones del almacén donde se colocan.

La operación de ajuste de las dimensiones de la herramienta en programa se denomina "corrección o compensación" de herramienta y con ella se definen las dimensiones de esta última. La manera de indicar estos valores es:

- a) en longitud y diámetro o radio.
- b) en distancias, según las direcciones de los ejes coordenados de la máquina desde la arista de corte al origen de herramienta.

Estos datos se refieren desde el programa mediante la función compensación y el número de registro que interese. De esta forma, se consigue independizar la herramienta del programa de la pieza.

3.1.5) LA PROGRAMACIÓN MANUAL.

Recibe este nombre la codificación del programa en lenguaje máquina realizada sin apoyo informático. En este tipo de lenguaje, el programador descompone la información en operaciones elementales a ejecutar por la máquina, por ejemplo, un recorrido, un cambio de herramienta, etc. Cada una de estas operaciones elementales constituye un "bloque" o una fase del programa y es una línea horizontal del mismo.

3.1.6) LA PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA.

Cuando el perfil es complejo y la precisión requerida es elevada, el gran número de cálculos de puntos intermedios es inabordable por métodos manuales. La programación manual de 3 y más ejes, a poco compleja que sea la pieza, no es aconsejable sin apoyo del ordenador. El nombre más correcto sería el de programación asistida por ordenador.

Existe una gran variedad de lenguajes de programación que pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Lenguajes generales.
- Lenguajes específicos.

Los lenguajes generales pueden utilizarse para programar cualquier tipo de control existente en el mercado. Como los diferentes controles disponen de diferentes lenguajes, el proceso se divide en dos partes.

En un primer paso, llamado procesado, se define el contorno de la pieza y el recorrido de la herramienta, generando un fichero de salida que se conoce con el nombre de CLDATA (Cutter Location Data). Su formato ha sido normalizado recientemente en la ISO 3592. A este fichero se añaden también las condiciones tecnológicas de mecanizado.

En un segundo paso, el post proceso codifica toda la información del CLDATA en el lenguaje del control numérico correspondiente. Los programas de postprocesado, los elaboran los propios usuarios, terceros y últimamente algunos fabricantes lo incorporan a sus sistemas.

3.1.7) LA PROGRAMACIÓN GRÁFICA INTERACTIVA.

Cada día es más frecuente la utilización del diseño gráfico por ordenador CAD. El CAD ofrece todas las facilidades de su potente soft de creación y visualización de modelos para la introducción de la geometría necesaria para el control numérico.

Los paquetes de soft CAD-CAM incorporan en general programas de programación de control numérico interactivos apoyados en menús dinámicos y en potentes rutinas para evitar la programación manual detallada.

La programación en equipos CAD-CAM no introduce realmente nuevas técnicas de programación pero presenta importantes mejoras de la productividad en la programación y especialmente en la puesta a punto del programa.

En la fase de prueba y puesta a punto el programa se comprueba que en realidad la máquina ejecuta las operaciones previstas y se obtiene la pieza con la forma y acabados deseados. Según el procedimiento utilizado se puede efectuar una simulación previa del mecanizado antes de efectuar la prueba sobre la máquina. Si los medios disponibles no permiten efectuar esta simulación, la prueba se realiza en vacío o con un material muy blando para evitar que los posibles errores de programación dañen la pieza o la máquina.

3.2) SISTEMAS DE PROGRAMACIÓN.

Para CNC se utilizan dos tipos de modos de programación, el sistema incremental y el sistema absoluto.

Ambos sistemas encuentran aplicación en la programación CNC, y ningún sistema es el más adecuado en toda ocasión. La mayor parte de los controles de las máquinas herramientas son capaces de manejar la programación tanto incremental como absoluta mediante la modificación del código entre los comandos G90 (absoluta) y G91 (incremental).(fig. 3-2)

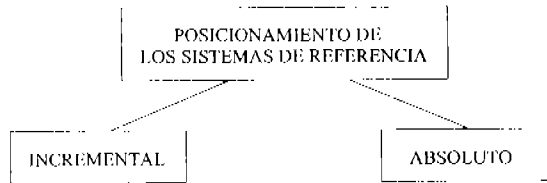


Fig.3-2) La programación CNC utiliza dos sistemas el absoluto y el incremental.

3.2.1) SISTEMA INCREMENTAL.

El sistema incremental, las dimensiones o posiciones están dadas a partir del punto actual. Las dimensiones incrementales en un plano de un trabajo se muestran en la figura 3-3

Como se puede observar, las dimensiones de cada barreno están dadas a partir del barreno anterior. Una desventaja de la programación o posicionamientos incremental es que, si se ha cometido un error en cualquiera de las posiciones, este error es automáticamente arrastrado a las localizaciones siguientes. El comando G91 le indica a la computadora y al MCU que el programa debe considerarse en modo incremental.

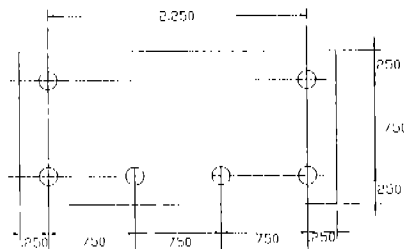


Fig.3-3) Modo del sistema incremental mostrando las dimensiones de la pieza de trabajo.

3.2.2.) SISTEMA ABSOLUTO.

En el sistema absoluto, todas las dimensiones o posiciones están dados a partir de un punto de referencia sobre el trabajo o sobre la máquina. En la figura 3-4, se utilizó la misma pieza que en la figura 3-3, pero se dan todas las dimensiones a partir del cero o punto de referencia que en este caso es la esquina superior izquierda de la pieza, por lo tanto en el sistema absoluto de dimensionar o de programar un error en cualquier dimensión sigue siendo un error, pero este no es arrastrado a ninguna otra localización.

En la programación absoluta, el comando G90 indica a la computadora y al MCU que el programa estará en el modo absoluto.

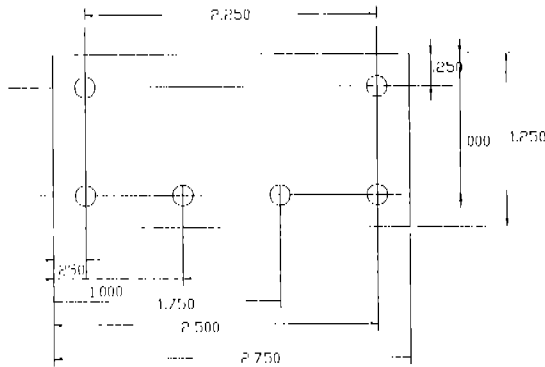


Fig.3-4) En el modo sistema absoluto, todas las dimensiones se dan a partir del mismo punto de referencia.

3.3) CÓDIGOS INTERNACIONALES.

Estos códigos indican funciones específicas y son dos tipos, se les denomina "función preparatoria" y "función auxiliar", direccionándose respectivamente con las letras G y M. La primera hace referencia en general al modo y forma de realizar las trayectorias y la segunda al modo de funcionamiento de la máquina-herramienta y del control numérico. Ambas funciones son codificadas y tienen, respecto de las demás, la peculiaridad de poder aparecer más de una vez en un bloque.

3.3.1) CÓDIGOS PREPARATORIOS.

Los códigos G, llamados a veces códigos de ciclo, se refieren a alguna acción que ocurre en los ejes X, Y, y/o Z de una máquina-herramienta. Estos códigos están agrupados en categorías, como el grupo número 01, que contiene los códigos G00, G01, G02 y G03. Estos códigos causan algún movimiento de la mesa o del cabezal de la máquina.

-Un código G00 se utiliza para posicionar con rapidez la herramienta de corte o la pieza de trabajo de un punto de la misma a otro. Durante el rápido recorrido, se puede mover el eje X o el Y o ambos ejes simultáneamente. La velocidad de recorrido rápido puede variar de máquina a máquina y puede ir desde 200 hasta 800 pulg/min (5 a 20 m/min).

-Los códigos G01, G02 y G03 mueven los ejes a una velocidad controlada de avance.

1.-) G01 se utiliza para interpolación lineal (movimiento en línea recta).

2.-) G02 (con las manecillas del reloj) y G03 (contra las manecillas del reloj) se utilizan para interpolación circular (arcos y círculos).

Algunos códigos G se clasifican como modales y no modales.

Los códigos modales, se mantienen en efecto en el programa hasta que son modificados por otro código del mismo grupo.

Los códigos no modales se mantienen en efecto solo durante una operación y deben ser programados de nuevo siempre que se requieran. En el grupo 01, por ejemplo, solamente uno de los cuatro códigos de este grupo se puede utilizar en cualquier momento. Si un programa se inicia con un G00 y se escribe un G01 después, el G00 queda cancelado del programa hasta que se le vuelve a escribir. Si se introduce en el programa un código G02 o G03, el G01 quedara cancelado y así sucesivamente. (Véase fig. 3-5)

| Grupo | Código G | Función. |
|-------|----------|---|
| 01 | G00 | Posicionamiento rápido. |
| 01 | G01 | Interpolación lineal. |
| 01 | G02 | Interpolación circular en el sentido de las manecillas del reloj. |
| 01 | G03 | Interpolación circular en el sentido contrario de las manecillas del reloj. |
| 00 | G04 | Descanso. |
| 00 | G10 | Ajuste de excentricidad. |
| 02 | G17 | Selección plano XY. |
| 02 | G18 | Selección plano ZX. |
| 02 | G19 | Selección plano YZ. |
| 06 | G20 | Entrada en pulgadas (pulg). |
| 06 | G21 | Entrada métrica (mm) |
| 00 | G27 | Verificación de regreso a puntos de referencia. |
| 00 | G28 | Regreso a punto de referencia. |
| 00 | G29 | Regreso del punto de referencia. |
| 07 | G40 | Cancelación de compensación del cortador. |
| 07 | G41 | Compensación cortador izquierda. |
| 07 | G42 | Compensación cortador derecha. |
| 08 | G43 | Compensación long. herramienta en dirección positiva. |
| 08 | G44 | Compensación long. herramienta en dirección negativa. |
| 08 | G49 | Cancelación de compensación de longitud de la herramienta. |
| 09 | G80 | Cancelación de ciclo enlatado. |
| 09 | G81 | Ciclo de taladro, perforación de marcado. |
| 09 | G82 | Ciclo de taladro, contrataladrado. |
| 09 | G83 | Ciclo de taladro peck |
| 09 | G84 | Ciclo de machueleado |
| 09 | G85 | Ciclo de barrenado #1. |
| 09 | G86 | Ciclo de barrenado #2. |
| 09 | G87 | Ciclo de barrenado #3. |
| 09 | G88 | Ciclo de barrenado #4. |
| 09 | G89 | Ciclo de barrenado #5. |
| 03 | G90 | Programación absoluta. |
| 03 | G91 | Programación incremental. |
| 00 | G92 | Ajuste del punto cero del programa. |
| 05 | G94 | Avance por minuto. |

Fig.3-5) Códigos preparatorios de uso común.

3.3.2) CÓDIGOS MISCELÁNEOS.

Los códigos M se utilizan para activar o desactivar diferentes funciones que controlan ciertas operaciones de la maquina-herramienta. Los códigos M por lo general no se agrupan por categorías, aunque varios códigos pueden controlar el mismo tipo de operación para ciertos componentes de la maquina. Por ejemplo, tres códigos, M03, M04 y M05, todos controlan alguna función del husillo de la maquina-herramienta.

- M03 hace girar el husillo de la maquina en sentido de las manecillas del reloj.
- M04 hace girar el husillo de la maquina en el sentido contrario a las manecillas del reloj.
- M05 desactiva el husillo.

Los tres códigos se consideran modales porque se conservan validos hasta que se introduce otro código que los reemplacen. (Véase fig. 3-6)

| Código | Función |
|--------|--|
| M00 | Paro del programa. |
| M01 | Paro opcional. |
| M02 | Fin de programa. |
| M03 | Arranque del husillo (sentido de las manecillas del reloj). |
| M04 | Arranque del husillo (sentido contrario de la manecillas del reloj). |
| M05 | Paro del husillo. |
| M06 | Cambio de la herramienta. |
| M07 | Niebla de refrigerante activada. |
| M08 | Chorro de refrigerante activado. |
| M09 | Refrigerante desactivado. |
| M19 | Orientación del husillo. |
| M30 | Fin de la cinta (regreso a principio de la memoria). |
| M48 | Liberación de la cancelación. |
| M49 | Cancelación. |
| M98 | Transferencia de subprograma. |
| M99 | Transferencia a programa principal (fin de subprograma). |

Fig.3-6) Códigos M mas comunes que sirven para controlar funciones misceláneas de la maquina.

3.4) BLOQUE DE INFORMACIÓN.

ESTRUCTURA DE BLOCKS.

Es el modo de dar ordenes a la maquina para que se los ejecute tiene ciertas características que se deben cumplir.

La maquina ejecuta las ordenes (operaciones) de otra manera por lo que cada orden tiene una estructura definida a cada orden le denominamos block o bloque de programa.

De manera general cada block tiene la siguiente estructura y en el siguiente orden:

- a) Número de secuencia N.
- b) Función preparatoria G.
- c) Movimiento o coordenadas. XYZ. ABC. UVW. PQR. ED. IJK
- d) Velocidad de avance F.
- e) Velocidad de rotación del husillo.
- f) Selección de herramienta T.
- g) Funciones auxiliares M.

FORMATO DE BLOCKS

El modo básico de comunicarse con la maquina-herramienta es a través de los elementos que forman la estructura de un block de instrucciones, en donde cada uno de los caracteres alfanuméricos tiene un significado y una representación propia.

Cada bloque de información debe contener únicamente suficiente información para ejecutar un paso de una operación de maquinado. En el ejemplo de fresado (fig. 3-7), la herramienta se mueve primero del punto A al punto B. Este bloque se debe escribir como:

G01 F8.0 X3.0

El movimiento de posición absoluta (G90) Será:

X.5 a X3.000 a una velocidad de avance de 8.0 pulg/min.

El siguiente movimiento es del punto B al punto C, que debe escribirse como:

Y-1.250, para moverse de Y0 a Y-1.250.

Estos dos bloques no pueden ser combinados de la forma:

G01 F8.0 X2.5 Y-1.25;

la unidad de control de la maquina debe ser informada que debe efectuar cada movimiento por separado creando un bloque para cada movimiento.

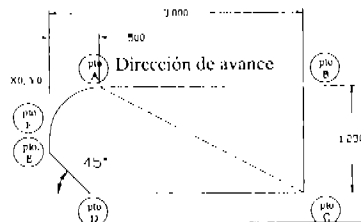


Fig.3 7) Una pieza de muestra para ilustrar procedimiento de programación.

3.5) INTERPOLACIÓN.

La interpolación, es decir, la generación de puntos de datos entre posiciones de coordenadas dadas de los ejes, es necesaria para cualquier tipo de programación. Dentro de la unidad de control de la maquina, un dispositivo conocido como interpolador hace que los impulsores se muevan simultáneamente desde el principio del comando hasta la culminación. En las aplicaciones de programación se utilizan con mayor frecuencia la interpolación lineal y la interpolación circular.

La interpolación lineal, se utiliza para el maquinado en línea recta entre dos puntos.

La interpolación circular se utiliza para círculos.

La interpolación helicoidal, utilizada para roscas helicoidales, esta disponible en mucha maquinas CNC.

Se utiliza la interpolación parabólica y cúbica en industrias que manufacturan piezas de formas complejas como son componentes aeroespaciales y moldes para carrocerías de automóviles.

3.5.1) INTERPOLACIÓN LINEAL.

La interpolación lineal consiste en cualquier cantidad de puntos programados unidos entre si mediante líneas. Estas incluyen líneas horizontales, verticales, en donde los puntos pueden estar cercanos Fig. 3-7, se incluyen las líneas de los puntos C, C a D, D a E (o desde A hasta C) si es que es necesario efectuar un corte en ángulo.

3.5.2) INTERPOLACIÓN CIRCULAR.

La interpolación circular facilita el proceso de programar arcos y círculos. En algunos sistemas CNC solamente se pueden programar a la vez un cuarto de círculo o un cuadrante (90°). Sin embargo, unidades de control de maquinas recientes tienen capacidad de un círculo completo dentro del mismo comando, lo que ayuda a reducir la longitud del programa. También mejora la calidad de la pieza porque existe una transición suave en todo círculo completo, sin interrupciones o descansos entre cuadrantes.

La figura 3-8 muestra la información básica requerida para programar un círculo. Esto debe incluir la posición del centro del círculo, el inicio y el final del arco que se va a cortar la dirección del corte y la velocidad de avance para la herramienta. Un ejemplo de un arco y el bloque de información requerido para programarlo aparece en la figura 3-9. Observe que se puede utilizar varios métodos para escribir el bloque para el arco:

- Un método utiliza el comando I y J para identificar las coordenadas del centro del arco.
- Un método mas simple utiliza el comando R (radio del arco), mismo que el MCU utiliza para calcular el centro del arco.

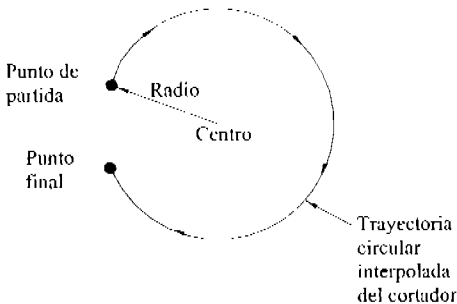
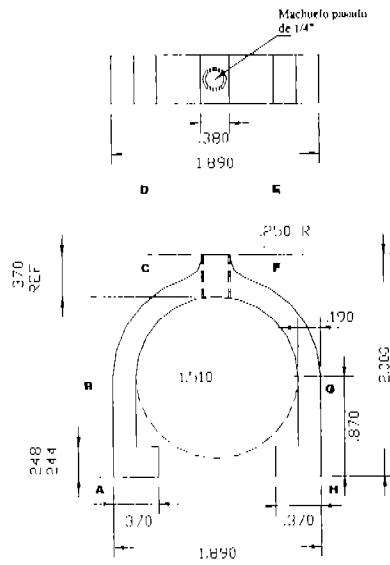


Fig.3-8) La posición del centro, el radio, el punto de partida y el punto de terminación del círculo, así como la dirección del corte son datos requeridos para la interpolación circular.



NOTA: X0 Y0 EN EL CENTRO DE LA PERFORACIÓN, LA TRAYECTORIA DE LA PIEZA ES EL BORDO DE LA MISMA CUANDO SE UTILIZA COMPENSACIÓN DEL RADIO DEL CORTAUXOR.

EJEMPLO 1 - PUNTO B A PUNTO C

| |
|------------------------------|
| G2 X 190 Y 9257 I 945 J0 F50 |
| O |
| G2 X 190 Y 9257 R 945 F50 |

EJEMPLO 2 - PUNTO F A PUNTO G

| |
|------------------------------|
| G2 X 945 Y 0 I 190 J9257 F50 |
| O |
| G2 X 945 Y 0 R 945 F50 |

Fig.3-9) Se puede generar cualquier forma sobre dos ejes mediante la interpolación circular.

3.6) PLANEACIÓN DEL PROGRAMA.

La planeación del programa es una parte muy importante del maquinado CNC. Debe recolectarse, analizarse y calcularse información de importancia antes de escribir el programa. El programador debe además considerar las capacidades de la maquina consultando el manual de programación y de operación que lista capacidad, requerimientos de herramienta, formato de programación, etc.

3.6.1) PROCEDIMIENTOS DE MAQUINADO.

Para convertirse en un buen programador CNC, la persona debe tener buenos antecedentes fundamentales en procedimientos y procesos de maquinado convencional. El programador CNC debe tomar en consideración todas las variables requeridas para la manufactura convencional de las piezas. Resultara ventajoso referirse al plano de la pieza y encontrar las respuestas a las preguntas siguientes para la programación de éxito de una pieza:

- 1.-¿ Cuales son las velocidades y avances de cortes apropiados para el tipo de material que se esta maquinando?
- 2.-¿ Cómo se sujetará la pieza en una prensa simple o en un dispositivo especial? ¿Interferirán las abrazaderas con el movimiento de los ejes?.
- 3.-¿ Están disponibles las herramientas y sujetadores requeridos?
- 4.-¿ Se necesitara de un refrigerante especial, o es adecuado el tipo y concentración actual?
- 5.-¿ Cual es la dirección de avance de la mesa?
- 6.-¿ Con que rapidez se puede mover la herramienta a su posición: traslación rápida o a la velocidad de avance?
- 7.-¿ Qué hará la herramienta cuando llegue a su posición por ejemplo taladrar una perforación, fresar una cavidad, etc.?
- 8.-¿Dónde estará localizado el cero u origen de la pieza, sobre la misma o sobre la maquina?

Es bueno recordar que el procedimiento para maquinar una pieza, se haga mediante maquinado convencional o CNC, es básicamente el mismo. En el maquinado convencional, un operador diestro mueve manualmente las correderas de la maquina, en tanto que en maquinado CNC, las correderas de la maquina se mueven de manera automática a partir de la información suministrada por el programa CNC.

3.6.2) LISTA DE HERRAMIENTAS.

El programador deberá preparar una lista de todas las herramientas necesarias para el proceso de maquinado. En cada herramientas deberán calcularse las velocidades y avances correctos con base en el tipo de material de la herramienta y del tipo de material que se va a cortar, de la profundidad de corte, etc. Algunos sistemas de maquinas CNC requieren preestablecer la longitud de la herramienta para su compensación. De ser lo anterior necesario, puede necesitarse un calibrador especial, y todas las longitudes deberán ser registradas para su introducción en los registros de compensación apropiados durante la puesta a punto de la maquina.

3.6.3) PROGRAMA.

Antes de escribir un programa para una pieza que se va a cortar en una maquina-herramienta CNC, el plano del trabajo debe estudiarse cuidadosamente. A fin de determinar la secuencia de las operaciones., el programador debe decidir que superficies de la pieza deben maquinarse, las operaciones especiales que se requieren, y las tolerancias dimensionales de la pieza. También es la responsabilidad del programador ver que la maquina herramienta recibe la información adecuada para cortar la pieza en la forma y tamaño apropiados. Usando lenguaje alfanumérico letras y números, el programador debe registrar en una forma preparada (programa) todas las instrucciones que debe recibir la maquina herramienta para completar el trabajo. El programa debe contener todos los movimientos, herramientas de corte, velocidades, avances y cualquier otra información necesaria para maquina la pieza. Esta información deberá incluirse en un formato tan claro como sea posible para darle al operador de la maquina CNC una clara comprensión de lo que se requiere. La figura 3-10 muestra el tipo de información que el programador debe incluir, o suministrar con el programa.

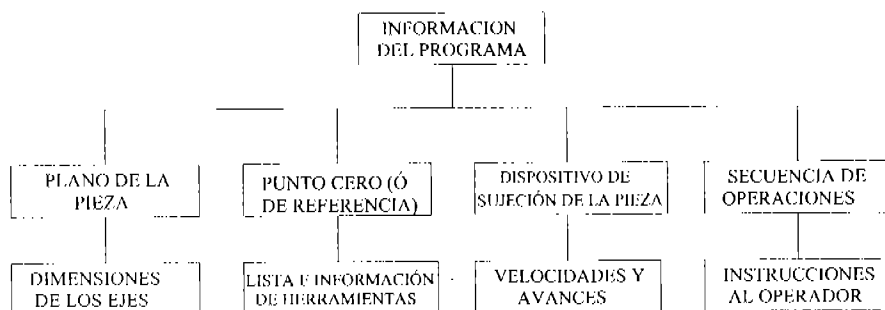


Fig.3-10) Puntos principales que deben tomarse en consideración al preparar un programa.

3.7) CÓDIGOS G DE PROGRAMACIÓN EN SIMULADORES EMCO-TRONIC TM02.

Distribución en grupos y estados de puesta en marcha de las funciones G

| | | |
|---------|--------------------------|--|
| Grupo 0 | | G00: Marcha rápida G01: Interpolación lineal G02: Interpolación circular en sentido horario G03: Interpolación circular en sentido antihorario * G04: Tiempo de espera G33: Roscado en el registro * G84: Ciclo de cilindrado/ ciclo de refrentado * G85: Ciclo de roscado * G86: Ciclo de ranurado * G87: Ciclo de taladrado con rotura de virutas * G88: Ciclo de taladrado con evacuación |
| Grupo 1 | ** | G96: Velocidad de corte constante G97: Programación directa de la velocidad de giro |
| Grupo 2 | | G94: Indicación del avance en mm/min (1/100 inch/min) G95: Indicación del avance en $\mu\text{m}/\text{min}$ (1/10 000 inch/rev) |
| Grupo 3 | ** | G53: Desactivación de desplazamiento 1 y 2 G54: Llamada de desplazamiento 1 G55: Llamada de desplazamiento 2 |
| Grupo 4 | * | G92: 1. Limitación de la velocidad de giro 2. Aplicar desplazamiento 5 |
| Grupo 5 | ** | G56: Desactivación de desplazamiento 3, 4, 5 G57: Llamada de desplazamiento 3 G58: Llamada de desplazamiento 4 G59: Llamada de desplazamiento 5 |
| Grupo 6 | * | G25: Llamada de subprograma * G26: Llamada de subprogramas de polígonos G27: Salto incondicionado |
| Grupo 7 | <input type="checkbox"/> | G70: Indicaciones de medidas en pulgadas G71: Indicaciones de medidas en mm |
| Grupo 8 | ** | G40: Supresión de la corrección de la trayectoria de la herramienta G41: Corrección de la trayectoria de la herramienta a la izquierda G42: Corrección de la trayectoria de la herramienta a la derecha |

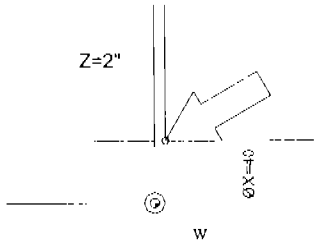
* Activo por registros

** Estado de puesta en marcha

Estado de puesta en marcha ajustable en el modo de funcionamiento de monitor del operador.

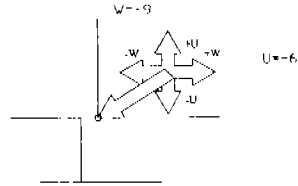
3.7.1) G00 MARCHA RÁPIDA.

EJEMPLO:
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA



```
N100/...
N110/G00/X40.000/Z2.000
N120/...
```

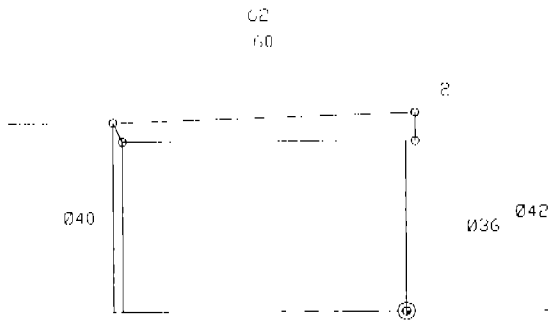
PROGRAMACIÓN INCREMENTAL.



```
N100/...
N110/G00/U-6.000/W-9.000
N120/...
```

3.7.2) G01 INTERPOLACIÓN LINEAL.

G01 es un movimiento de trabajo lineal. Hay que programar el avance. Se puede indicar en (mm/min) o en ($\mu\text{m}/\text{rev}$). El avance es automantenido.



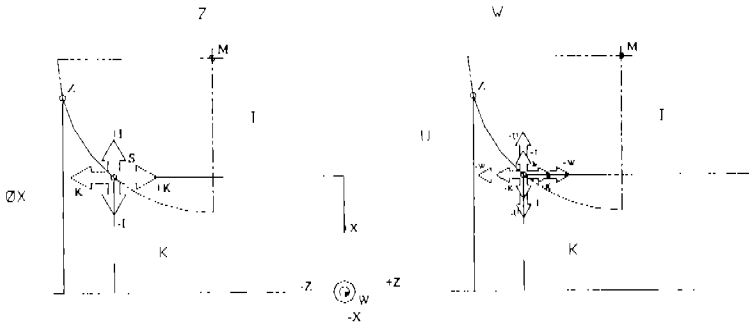
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

```
N100/...
N110/G00/X42.000/Z2.000
N120/G00/X36.000
N130/G01/Z 60F...
N140/G01/X40.000/Z-62.000F...
N150/G00/X42.000/Z2.000
N160/...
```

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

```
N100/...
N110/G00/...
N120/G00U-3000
N130/G01/W-62.000/F...
N140/G01/U7.000/W 62.000/F...
N150/G00/U1.000/W64.000/
N160/...
```

3.7.3) INTERPOLACIÓN CIRCULAR. **G02- EN EL SENTIDO HORARIO** **G03- EN EL SENTIDO ANTIHORARIO.**

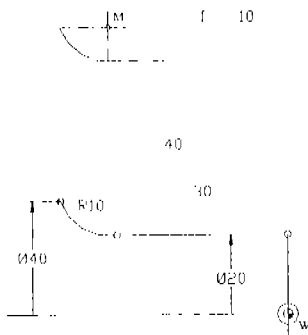


* CON X, Z Se describe el punto de destino del arco de círculo desde el punto cero.
 * CON I, K se describe el punto del centro del círculo desde el punto de comienzo del arco de círculo.

```
N...A02/X/Z/I/K/F
```

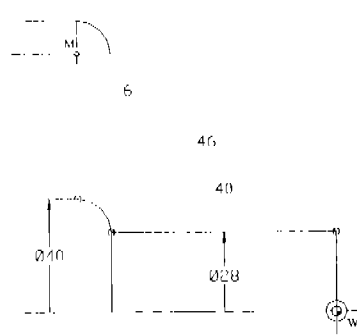
* CON U, W se determina el punto de destino desde el punto de comienzo del círculo.
 * CON I, K se describe el centro del círculo desde el punto de comienzo del arco de círculo.

```
N...G02/U/W/I/K/F
```



EJEMPLO 1:
PROGRAMACION ABSOLUTA.
 N...G01/X20.000/Z-30.000/F...
 N...G02/X40.000/Z-10.000/I10.000
 K-00.000/F

PROGRAMACION INCREMENTAL.
 N...G01/...
 N...G02/U 10.000/W-10.000/I10.000
 K-00.000/F



EJEMPLO 2:
PROGRAMACION ABSOLUTA.
 N...G01/X28.000/Z-46.000/I00.000
 K-6.000/F...

PROGRAMACION INCREMENTAL.
 N...G01/...
 N...G03/U 6.000/W-6.000/I00.000
 K-6.000/F...

3.7.4) G04 TIEMPO DE ESPERA.

Con G04 se programa bajo el parámetro D4 un tiempo de espera.

G04 solo actúa por registros y se hace activa sólo al final del registro. Indistintamente de si se ha escrito el tiempo de espera delante o detrás de otras palabras en el registro.

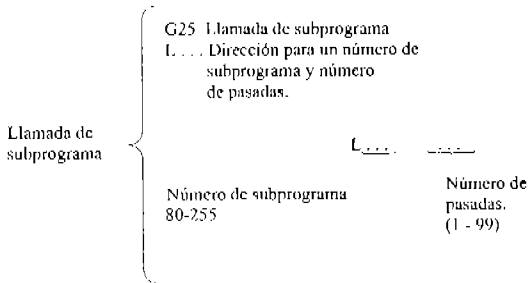
EJEMPLO:

N0110/G04/D420/M03
 N0110/G00/X40.000/Z-10.000

3.7.5) G25 LLAMADA DE SUBPROGRAMA.

Un subprograma es llamado por un programa principal o por un subprograma.

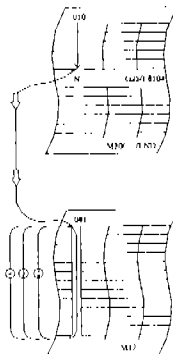
Format:
 N# / ... /G25/L#



Ejemplo 081:

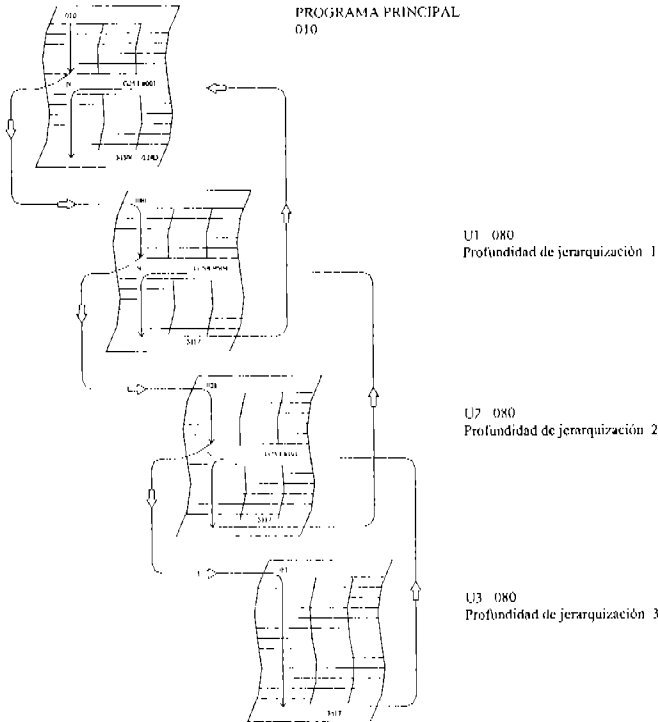
PROGRAMA PRINCIPAL
 010

UP 081



EJEMPLO:
Jerarquización (anidamiento) de subprogramas.

Subprogramas pueden llamar a otros subprogramas (jerarquización o anidamiento de subprogramas) El EMCOTRONIC permite una jerarquización de diez veces.



3.7.6) G26 LLAMADA DE PROGRAMAS DE POLÍGONOS.

Con G26 se invocan programas de poligonos para la simulación gráfica en el programa de NC. Bajo el parámetro L se indica el número de programa que hay que invocar..

Los números de programa 0 7000 a 0 9999 están reservados para la simulación gráfica.

3.7.7) G27 SALTO INCONDICIONADO.

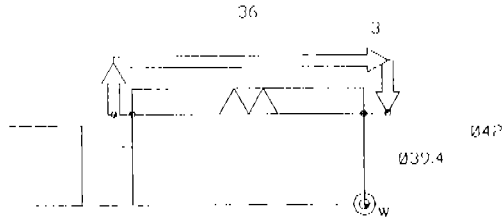
G27 causa un salto en la ejecución del programa, bajo el parámetro I. se programa el número de registro al que debe saltar.

EJEMPLO:
N100/G27/I.250

El programa salta del registro N 100 al registro N 320.

3.7.8) G33 ROSCA EN EL REGISTRO INDIVIDUAL.

Con G33 se puede producir una rosca en cortes individuales. Los movimientos de aproximación y retroceso han de programarse en sus propios registros.



PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

```

N100/
N110/G00/X42.000/Z3.000
N120/G00/X39.400
N130/G33/Z-36.000/F...
N140/G01/X42.000
N150/G00/Z3.000
    
```

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

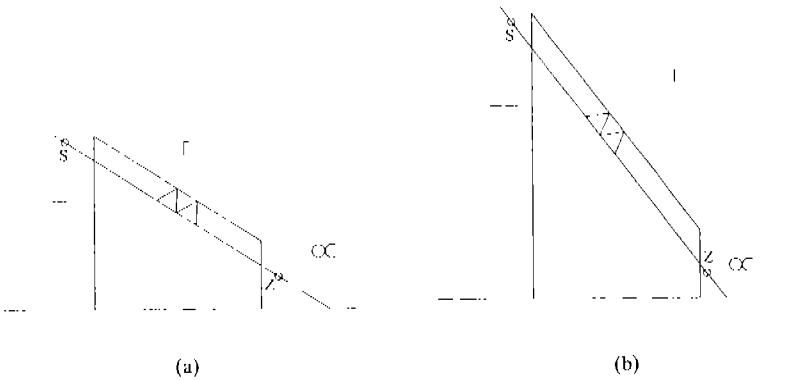
```

N100/
N110/G00/...
N120/G00U 1.300
N130/G33/W-39.000/F...
N140/G01/U2.000/W 62.000/F...
N150/G00/W39.000
    
```

Nota:

Al programar una rosca cónica longitudinal ($\alpha < 45^\circ$) hay que indicar F en dirección Z.(fig.a)

Al programar una rosca cónica longitudinal ($\alpha > 45^\circ$) hay que indicar F en dirección X. (fig. b)



3.7.9) G70 PROGRAMACIÓN EN PULGADAS.

Si se escribe G70 al principio del programa, se calculan todas las dimensiones en el sistema de medidas en pulgadas.

3.7.10) G71 PROGRAMACIÓN EN MILIMETROS.

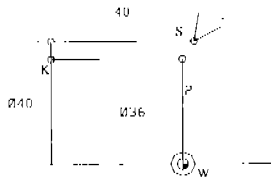
Si se escribe G71 al principio del programa, se calculan todas las dimensiones en el sistema de medidas en milímetros.

3.7.11) G84 CICLO DE CILINDRADO.

En el ciclo de cilindrado hay que programar X(U) antes de Z(W), en otro caso se interpreta este ciclo por el mando como ciclo de refrentado.

Los ciclos de cilindrado y refrentado son geoméricamente iguales. El proceso de movimiento es diferente, sin embargo. Tenga esto en cuenta para excluir colisiones.

EJEMPLO #1



Ciclo de cilindrado sin distribución del corte D3

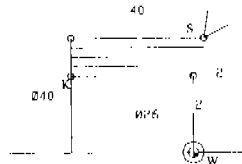
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

```
N . . /G00/X40.000/Z2.000
N . . /G84/X36.000/Z 40.000/F . .
```

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

```
N . . /G00/X40.000/Z2.000
N . . /G84/U-2.000/W 42.000/F . .
```

EJEMPLO #2



Ciclo de cilindrado con distribución del corte D3. Entrada de D3 en 1/1000 mm

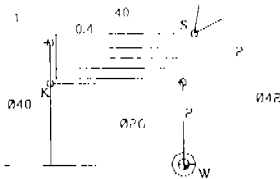
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

```
N . . /G00/X40.000/Z2.000
N . . /G84/X26.000/Z 40.000/D3 2.000/F . .
```

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

```
N . . /G00/. . .
N . . /G84/U 7.000/W -42.000/D3=2.000/F . .
```

EJEMPLO #3



Ciclo de cilindrado con distribución del corte D3 y sobremedida de afinado D0, D2.
 D0... Sobremedida de afinado en dirección X.
 D2... Sobremedida de afinado en dirección Z.
 Entrada de D0, D2 en 1/1000 mm

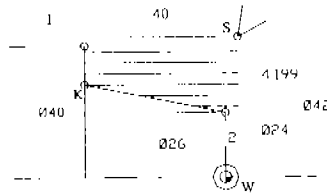
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N... /G00/X42.000/Z2.000
 N... /G84/X46.000/Z 40.000/
 N... /G00/...
 D0=500/D2=400/D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N... /G84/U-7.000/W-42.000/
 D0=500/D2=400/D3=2.000/F...

EJEMPLO #4



Torneado del cono: ciclo de cilindrado con distribución del corte D3 y medida del cono P0.
 Entrada de P0 en mm.

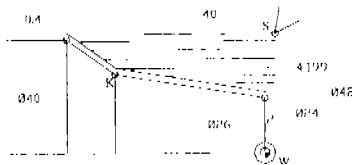
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N... /G00/X42.000/Z2.000
 N... /G84/X44.000/Z 40.000/P0 4.199/
 D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N... /G00/...
 N... /G84/U-9.000/W-42.000/P0 4.199/
 D3=2.000/F...

EJEMPLO #5



Torneado del cono: ciclo de cilindrado con distribución del corte D3 y medidas del cono P0, P2 y sobremedidas de afinado D0, D2.

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N... /G00/X42.000/Z2.000
 N... /G84/X44.000/Z 40.000/P0 4.199/
 P2=11.11/D0=500/D2=400/
 D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

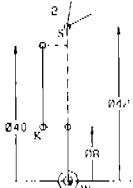
N... /G00/...
 N... /G84/U 9.000/W-42.000/P0-4.199/
 P2=11.11/D0=500/D2=400/
 D3=2.000/F...

3.7.12) G84 CICLO DE REFRENTADO.

Si en G84 se programa la coordenada Z(W) antes que X(U), el mando realiza un refrentado.

Los ciclos de cilindrado y refrentado son geoméricamente iguales, pero el proceso de movimiento es diferente.

EJEMPLO #1



Ciclo de refrentado sin distribución del corte D3

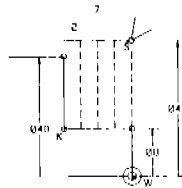
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N ... /G00/X42.000/Z00.000
N ... /G04/Z 2.000/X0.000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N ... /G00/...
N ... /G04/W-2.000/U-17.000/F

EJEMPLO #2



Ciclo de refrentado con distribución del corte D3. Entrada de D3 en 1/1000 mm

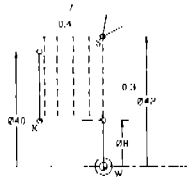
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N ... /G00/X42.000/Z00.000
N ... /G04/Z 2.000/X0.000/
D3-2.000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N ... /G00/...
N ... /G04/W-2.000/U 17.000/
D3-2.000/F

EJEMPLO #3



Ciclo de refrentado con distribución del corte D3 y sobremedida de afinado D0, D2.
D0... Sobremedida de afinado en dirección X.
D2... Sobremedida de afinado en dirección Z.
Entrada de D0, D2 en 1/1000 mm

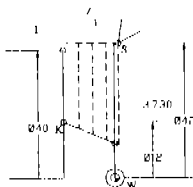
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N ... /G00/X42.000/Z00.000
N ... /G04/Z 2.000/X0.000/
D0-300/D2-400/D3-2.000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N ... /G00/...
N ... /G04/W-2.000/U 17.000/
D0-300/D2-400/D3-2.000/F

EJEMPLO #4

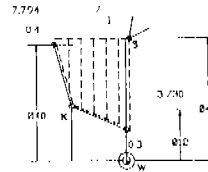


Torneado del cono: ciclo de refrentado con distribución del corte D3 y medida del cono P0. Entrada de P0 en ±mm.

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X42.000/Z1.000
 N... /G04/Z=-1.000/X12.000/P0 3./30/
 D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G00/...
 N... /G04/W -8.000/U 15.000/P0=3.730/
 D3=2.000/F...

EJEMPLO #5



Torneado del cono: ciclo de refrentado con distribución del corte D3 y medidas del cono P0, P2 y sobremedida de afinado D0, D2

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X42.000/Z1.000
 N... /G04/Z=-1.000/X12.000/P0 3.730/
 P2=-1.794/D0=300/D2=400/
 D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G00/...
 N... /G04/W -8.000/U 15.000/P0=3.730/
 P2=-1.794/D0=300/D2=400/
 D3=2.000/F...

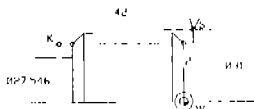
3.7.13) G85 CICLO DE ROSCADO.

GENERALIDADES SOBRE LA ENTRADA DE ROSCA, SALIDA DE ROSCA PARA G85/G33.

- En el "comienzo de la rosca" han de acelerar los carros.
- Antes del "final de la rosca" han de desacelerar los carros.

En la fase de aceleración y desaceleración nos es constante el paso. Hay que tener en cuenta esto durante la programación, es decir, el proceso de corte mecánico ha de estar dentro del paso constante.

EJEMPLO #1

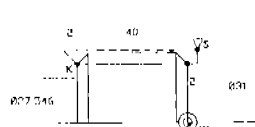


Ciclo de roscado longitudinal con programación del diámetro del núcleo K, del avance D3, de la profundidad de rosca D6 y del paso F. (F se indica paralelamente al eje Z)

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X31.000/Z2.000
 N... /G85/X27.546/Z 42.000/
 D3=600/D6=1277/F2.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G00/...
 N... /G85/U 1.727/W -44.000/
 D3=600/D6=1277/F2.000

EJEMPLO #2

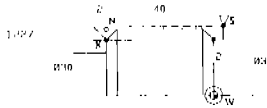


Ciclo de roscado longitudinal con programación del diámetro del núcleo K, de la salida de rosca P2, del avance D3, del avance de flancos D5, de la profundidad de rosca D6 y del paso F. (F se indica paralelamente al eje Z).

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X31.000/Z2.000
 N... /G85/X27.546/Z 40.000/P2=-2.000
 D3=600/D5=60/D6=1277/F2.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G00/...
 N... /G85/U-1.727/W -42.000/
 P2=-2.000/D3=600/D5=60/
 D6=1277/F...

EJEMPLO #3



Ciclo de roscado longitudinal con programación del diámetro nominal N, de la salida de rosca P2, del número de cortes D3, del número de cortes en vacío D4, del avance de flancos D5, de la profundidad de rosca D6 y del paso F, (F se indica paralelamente al eje Z).

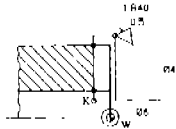
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N : /G00/X31.000/Z2.000
 N : /G03/X30.000/Z 40.000/
 P2=2.000/D3=6/D4=3/D5=6.0/
 D6=12.7/D7=7/F2.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N : /G00/
 N : /G03/U -0.5/W 42.000/
 P2=2.000/D3=6/D4=3/D5=6.0/
 D6=12.7/D7=7/F2.000

EJEMPLO #4



Ciclo de roscado plano con programación del diámetro del núcleo K, del avance D3, de la profundidad de rosca D6 y del paso F, (F se indica paralelamente al eje X).

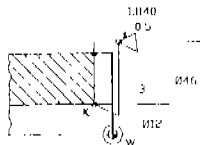
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N : /G00/X40.000/Z0.500
 N : /G03/Z-1.840/X6.000/
 D3=600/D6=1840/F3000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N : /G00/
 N : /G03/W-2.340/U-20.000/
 D3=600/D6=1840/F3000

EJEMPLO #5



Ciclo de roscado plano con programación del diámetro del núcleo K, de la salida de rosca P0, del avance D3, del avance de flancos D5, de la profundidad de rosca D6 y del paso F, (F se indica paralelamente al eje X)

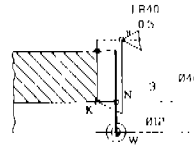
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N : /G00/X46.000/Z0.500
 N : /G03/Z 1.840/X12.000/P0=3.000
 D3=600/D5=60/D6=1840/F3000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N : /G00/
 N : /G03/W-2.340/U-1.000/
 P0=3.000/D3=600/D5=60/
 D6=1840/F3000

EJEMPLO #6



Ciclo de roscado longitudinal con programación del diámetro nominal N, de la salida de rosca P0, del número de cortes D3, del número de cortes en vacío D4, del avance de flancos D5, de la profundidad de rosca D6, del parámetro de modalidad D7 y del paso F (F se indica paralelamente al eje Z).

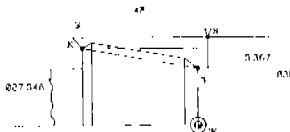
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N : /G00/X46.000/Z0.500
 N : /G03/Z-1.840/X12.000/
 P0=3.000/D3=7/D4=3/D5=6.0/
 D6=1840/D7=7/F3.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N : /G00/
 N : /G03/W-0.5/U-1.000/
 P0=3.000/D3=7/D4=3/D5=6.0/
 D6=1840/D7=7/F3.000

EJEMPLO #1
ROSCA CÓNICA $\alpha=45^\circ$ PASO 3mm

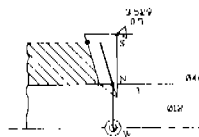


Ciclo de roscado cónico longitudinal con programación del diámetro del núcleo K, de la inclinación del cono P0, de la salida de rosca P2, del número de cortes D3, del número de cortes en la vicia D4, del avance de flanco D5, de la profundidad de rosca D6, del parámetro de modularidad D7 y del paso F

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N. /G00/X31.000/Z3.000
 N. /G05/X2.546/Z-4P.000/
 P0= 5.367/P2=-3.000/D3=600/
 D4 3/D5=60/D6=1840/D7 1/
 F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N. /G00/
 N. /G05/U-1.72/W-45.000/
 P0 5.367/P2-3.000/D3=600/
 D4 3/D5=60/D6=1840/D7 1/
 F

EJEMPLO #8
ROSCA CÓNICA $\alpha=45^\circ$ PASO 4mm



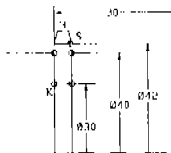
Ciclo de roscado cónico plano con programación del diámetro nominal N, de la inclinación del cono P2, de la salida de rosca P0, del avance D3, de la profundidad de rosca D6, del parámetro de modularidad D7 y del paso F

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N. /G00/X46.000/Z0.500
 N. /G86/Z0.000/X17.000/P2=3.529/
 P0=-3.000/D3=700/D6=2454/
 D7=2/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N. /G00/
 N. /G86/W 0.500/U-17.000
 P2=3.529/P0=-3.000/D3=700/
 D6=2454/D7=P/F

3.7.14) G86 CICLO DE RANURADO. (EN EL LADO LONGITUDINAL).

EJEMPLO #1

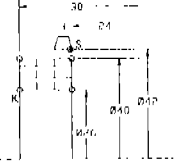


Ciclo de ranurado en el lado longitudinal sin división del corte, hoy que programar la anchura de la herramienta D5.
 Entrada de D5 en 1/1000mm.

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N. /G00/X42.000/Z-27.000
 N. /G86/X30.000/Z-3P.000/
 D5=3000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N. /G00/
 N. /G86/U 6.000/W 3.000/
 D5 3000/F

EJEMPLO #2

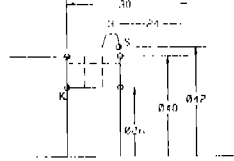


Ciclo de ranurado en el lado longitudinal, anchura del ranurado mayor que la anchura de la herramienta D5 y avance por cada corte D3.
 Entrada de D3 en 1/1000 mm

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N. /G00/X42.000/Z 24.000
 N. /G86/X26.000/Z-3P.000/
 D3=1500/D5=3000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N. /G00/
 N. /G86/U-8.000/W-8.000/
 D3 1500/D5=3000/F

EJEMPLO #3

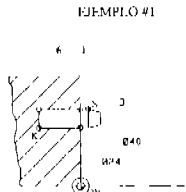


Ciclo de ranurado en el lado longitudinal, anchura del ranurado mayor que la anchura de la herramienta D5 y avance por cada corte D3 y tiempo de espera en la base de la ranura D4 Entrada de D4 en 1/10 s.

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N. /G00/X42.000/Z 24.000
 N. /G86/X26.000/Z-3P.000/
 D3=1500/D4=50/D5=3000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N. /G00/
 N. /G86/U 8.000/W-8.000/
 D3=1500/D4 50/D5 3000/F

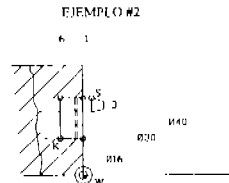
3.7.15) G86 CICLO DE RANURADO. (EN EL LADO FRONTAL).



Ciclo de ranurado en el lado frontal sin división del corte D3. hay que programar la anchura de la herramienta D5.
Entrada de D5 en 1/1000 mm.

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
N. /G00/X30.000/Z1.000
N. /G86/Z-6.000/X24.000/
D5-3000/F

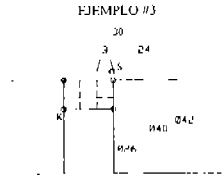
PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
N. /G00/
N. /G86/W-7.000/U 3.000/
D5-3000/F



Ciclo de ranurado en el lado frontal, anchura del ranurado mayor que la anchura de la herramienta D5 y avance por cada corte D3. Entrada de D3 en 1/1000 mm

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
N. /G00/X30.000/Z1.000
N. /G86/Z-6.000/X16.000/
D3-2000/D5-3000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
N. /G00/
N. /G86/W-7.000/U 7.000/
D3-2000/D5-3000/F



Ciclo de ranurado en el lado frontal, anchura del ranurado mayor que la anchura de la herramienta D5, avance por cada corte D3 y tiempo de espera en la base de la ranura D4.

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
N. /G00/X30.000/Z1.000
N. /G86/Z-6.000/X16.000/
D3-2000/D4-50/D5-3000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
N. /G00/
N. /G86/W-7.000/U-7.000/
D3-2000/D4-50/D5-3000/F

3.7.16) G92 LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD DE GIRO.

N4 G92 S4
[rev/min]

La función G92 es una función doble.

Si se programa G92 en unión con el parámetro S, se interpreta G92 por el mando como limitación de la velocidad de giro.

El valor introducido bajo el parámetro S se interpreta por el mando como limitación de la velocidad de giro.

El valor introducido bajo el parámetro S se convierte por el mando en rev/min.

En caso de altas velocidades de giro aparecen fuerzas centrífugas, estas reducen las fuerzas de sujeción del plato.

Si se programa G96 (=velocidad de corte constante), debe programarse también G92, ya que de otro modo aumentaría muy fuertemente la velocidad de giro en caso de pequeños diámetros de pieza

| | | | | |
|----|-----|----|------|------|
| | | | X ± | Z 1 |
| N4 | G92 | S4 | U 43 | w 43 |
| | | | [mm] | [mm] |

Si se programa G92 en unión con los parámetros X, (U) y Z, (W), se realizan indicaciones de desplazamiento para el registro de desplazamiento para el registro de desplazamiento de posición S. Con X y Z se indican las medidas de desplazamiento (X = medida del radio). Al ejecutarse un registro G92 los valores de X y Z borran los valores antiguos en el registro de desplazamiento de posición S.

Si en el registro G92 se indican U y W valores de desplazamiento de posición, estos valores de U y W se suman o se restan con los valores antiguos en el registro de desplazamiento de posición.

3.7.17) G94 INDICACIÓN DEL AVANCE EN mm/min. (1/100 inch/min).

Ejemplo: N4 G94

Si se programa G94, los valores de avance introducidos se ejecutan en mm/min (1/100 inch/min).

3.7.18) G95 INDICACIÓN DEL AVANCE EN $\mu\text{m}/\text{min}$. (1/10 000 inch/min).

Ejemplo: N4 G95

G95 es el estado de puesta en marcha del mando. Si no se programa ningun G94, se ejecutan automáticamente en $\mu\text{m}/\text{min}$ (1/10 000 inch/min) todos los valores de avance.

3.7.19) G96 VELOCIDAD DE CORTE CONSTANTE.

Ejemplo: N4 G96 S [mm/min]

Con G96 se puede programar una velocidad constante. El mando regula la velocidad de giro en función del diámetro de la pieza.

$$V = \frac{D \times S \times \pi}{1000}$$

En donde:

V = velocidad de corte [m/min]

D = diámetro de la pieza [mm]

S = velocidad de giro [rev/min]

3.7.20) G97 PROGRAMACIÓN DIRECTA DE LA VELOCIDAD DE GIRO.

Ejemplo: N4 G97 S [rev/min]

G97 es el estado de puesta en marcha del mando.

Con ayuda de G97 se puede volver a programación directa de la velocidad de giro si previamente se había programado G96.

FUNCIONES M. EN SIMULADORES EMCO-TRONIC TM02.

Las funciones M son funciones de maniobra o adicionales. Las órdenes M pueden estar solas en un registro del programa o juntas con otras instrucciones. Las órdenes del mismo grupo se eliminan, es decir, la última instrucción M programada elimina a las precedentes del mismo grupo.

Distribución en grupos y estados de puesta en marcha de las funciones M

| | | |
|---------|--|---|
| Grupo 0 | * | M03: Husillo CONECTADO en sentido horario M04: Husillo CONECTADO en sentido antihorario M05: PARO del husillo M19: PARO exacto del husillo. |
| Grupo 1 | ** | M38: Paro exacto CONECTADO. M39: Paro exacto DESCONECTADO |
| Grupo 2 | * * * | M00: Paro programado M17: Final de subprograma M30: Final del programa con regreso al principio del programa |
| Grupo 3 | ** | M08: Refrigerante CONECTADO M09: Refrigerante DESCONECTADO |
| Grupo 5 | | M25: Abrir el elemento de sujeción. M26: Cerrar el elemento de sujeción. |
| Grupo 6 | | M20: Pinola de contrapunto retrasado M21: Pinola de contrapunto adelantado |
| Grupo 7 | | M23: Cubeta de recogida retrasada M24: Cubeta de recogida adelantada |
| Grupo 8 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | M50: Desactivación de la lógica de dirección en caso de tambor de herramientas bidireccional M51: Activación de la lógica de dirección en caso de tambor de herramientas bidireccional |
| Grupo 9 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | M52: Desactivación del automatismo de la puerta. M53: Activación del automatismo de la puerta. |

* Activación por registros.

** Estado de puesta en marcha.

Estado de puesta en marcha ajustable en el modo de funcionamiento de monitor del operador.

Nota:

La realización de las funciones M queda determinada por el equipamiento de Hardware de la máquina respectiva.

3.7.21) M00 PARO INTERMEDIO PROGRAMADO.

Se paran los carros, se desconectan el husillo principal y el refrigerante.

Ejemplo: N4 M00

3.7.22) M03 HUSILLO PRINCIPAL CONECTADO EN EL SENTIDO HORARIO.

Ejemplo: N4 M03

3.7.23) M04 HUSILLO PRINCIPAL CONECTADO EN EL SENTIDO ANTIHORARIO.

Ejemplo: N4 M04

3.7.24) M05 PARO DEL HUSILLO PRINCIPAL.

Ejemplo: N4 M05

Mediante M30 se activa M05 al final del programa.

3.7.25) M08 REFRIGERANTE CONECTADO.

Ejemplo: N4 M08

3.7.26) M09 REFRIGERANTE DESCONECTADO.

Ejemplo: N4 M09

Mediante M30 se activa M09 al final del programa.

3.7.27) M17 FINAL DE SUBPROGRAMA.

Ejemplo: N4 M17

El subprograma se termina con M17. M17 causa el retorno al nivel superior siguiente del programa parcial.

3.7.28) M19 PARO EXACTO DEL HUSILLO PRINCIPAL.

Ejemplo: N4 M19/S4

Por programación de M19 se puede posicionar el husillo principal, bajo el parámetro S, se introduce la posición del husillo principal (en grados de ángulo °). Campo de entrada 0 - 360°.

3.7.29) M20 CONTRAPUNTO RETRASADO.

Ejemplo: N4 M20

3.7.30) M21 CONTRAPUNTO ADELANTADO.

Ejemplo: N4 M21

Durante la ejecución de M20/M21 en el programa de la pieza ha de estar parado el husillo principal.

3.7.31) M23 CUBETA DE RECOGIDA RETRASADA.

Ejemplo: N4 M23

Mediante M30 se activa M23 al final del programa.

3.7.32) M24 CUBETA DE RECOGIDA ADELANTADA.

Ejemplo: N4 M24

3.7.33) M25 ABRIR EL ELEMENTO DE SUJECCIÓN.

Ejemplo: N4 M25

3.7.34) M26 CERRAR EL ELEMENTO DE SUJECCIÓN.

Ejemplo: N4 M26

3.7.35) M30 FINAL DE PROGRAMA CON REGRESO AL PRINCIPIO DEL PROGRAMA.

Ejemplo: N4 M30

M30 causa adicionalmente:
-refrigerante desconectado.
-Husillo principal desconectado
-cubeta de recogida retrasada
-G40.

3.7.36) M38 PARO EXACTO CONECTADO.

Ejemplo: N4 M38

3.7.37) M39 PARO EXACTO DESCONECTADO.

Ejemplo: N4 M39

3.8) CÓDIGOS G DE PROGRAMACIÓN EN CENTRO DE TORNEADO CINCINATTI MOD. TC-150.

A continuación veremos los códigos específicos aplicados al centro de torneado CINCINATTI TC-150

CÓDIGOS "G".

Se usa el código preparatorio para instruir alguna acción o elegir un modo de operación. Los códigos preparatorios se programan usando la palabra G. La palabra G contiene un número entero de hasta tres dígitos y en algunos casos puede contener un punto decimal seguido por uno o dos dígitos.

Nota.- Los ceros delante de la cifra del código G son válidos pero no recomendables ya que aumentan el tiempo necesario para ejecutar un bloque del programa.

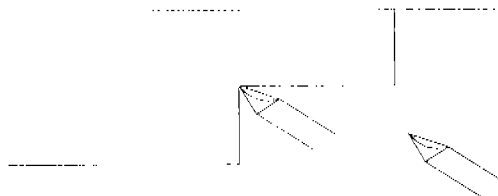
| CÓDIGO | FUNCION |
|---------------------|--------------------------------------|
| G0 | TRAVESÍA RÁPIDA |
| G1 | INTERPOLACIÓN LINEAL |
| G2 Y G3 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| G20 | CICLO DE TORNEADO |
| G34 | CICLO DE ROSCADO |
| G35 | CICLO DE RANURADO |
| G70 Y G71 | PROGRAMACIÓN EN PULGADAS/ MILÍMETROS |
| G72, G73, G74 Y G75 | EXTRACCIÓN DE MATERIAL |
| G90 | PROGRAMACIÓN ABSOLUTA |
| G91 | PROGRAMACIÓN INCREMENTAL |
| G63 | PROGRAMACIÓN DE RADIOS |
| G62 | PROGRAMACIÓN DE DIÁMETROS |
| G94 | TASA DE AVANCE /min |
| G95 | TASA DE AVANCE /rev. |
| G97 | CONTROL DE VELOCIDAD DEL HUSILLO |
| G34 | ROSCADO |
| G35 | RANURADO |

3.8.1) TRAVESÍA RÁPIDA (G0).

Se usa para mover la herramienta en vacío de un punto a otro. Si se introducen valores tanto para "X" como para "Z" los dos ejes se moverán simultáneamente para garantizar que la herramienta se mueva a la nueva posición en línea recta.

Nota.- Nunca se debe programar un código G0 para ejecutar una operación de corte.

EJEMPLO: G0 X0.1 Z-0.1



3.8.2) INTERPOLACIÓN LINEAL (G1).

El código G1 se usa como movimiento de corte y actúa de la misma manera que código G0, la única diferencia es que se debe introducir una velocidad de avance. Una vez que la velocidad de avance es introducida, la computadora la retiene y la utiliza cada vez que ejecute una interpolación lineal (G1) a menos que un nuevo valor sea introducido.

Este sistema es el que la computadora recuerda y retiene los valores X, Z, F; es llamado comúnmente "SISTEMA MODAL" y no necesita meterse cada vez que un bloque de programa G0 ó G1 es introducido.

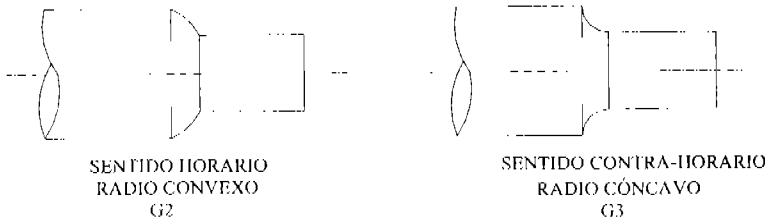
EJEMPLO: G1 X1.2 Z0.1 F20

3.8.3) INTERPOLACIÓN CIRCULAR (G2 Y G3).

La interpolación circular es usada para producir radios. Es posible producir dos tipos de arcos, con el código G2, sentido horario; se producirá un radio convexo; mientras que con el G3 se producirá un arco cóncavo.

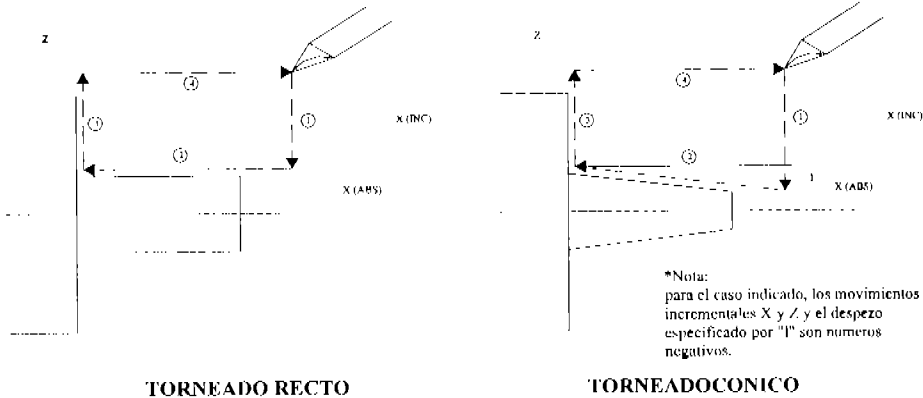
EJEMPLO: G2 X.5 Z2 K1 F10

EJEMPLO: G3 X4 Z2.2 I.4375 F10



3.8.4) CICLOS DE TORNEADO (G20).

El control provee dos ciclos fijos para torneado y refrentado simple y cuatro ciclos fijos para la extracción de material de pasos múltiples y acabado de un perfil complejo. El ciclo de torneado básico permite torneado recto o cónico; el ciclo de refrentado permite el corte de una cara recta o cónica. Ambos ciclos realizan un paso sobre el trabajo y regresan al punto inicial. El paso comprende cuatro movimientos en un cuadrilátero simple cerrado.

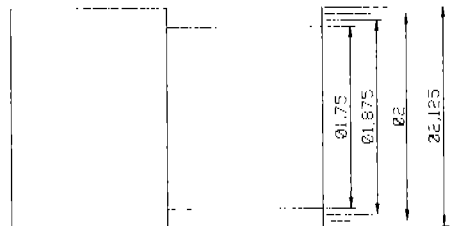


EJEMPLOS TÍPICOS DEL G20.

El ciclo G20 está diseñado para simplificar la programación de pasos repetidos a profundidad en aumento. Ya que G20 es un código G modal, solo es preciso repetir la dimensión X, para lograr múltiples pasos a profundidad en aumento. Por ejemplo, el siguiente programa maquina una superficie en pasos que extraen 0.125 pulgadas de material:

```

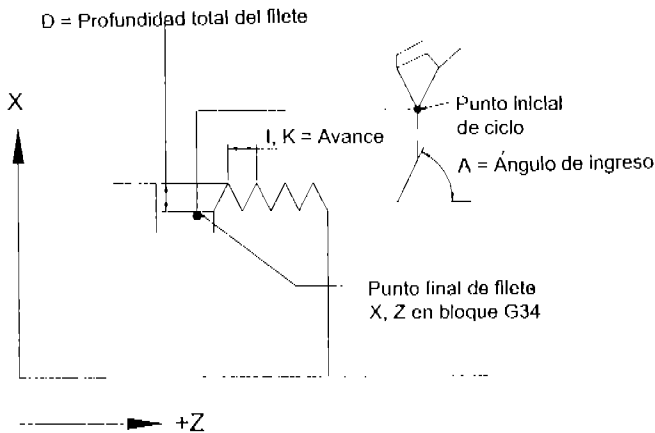
N20 G20 X2.125 Z1.5 I0 F200
N30 X2.0
N40 X1.875
N50 X1.75
N60 G0 M2
    
```



3.8.5) CICLOS DE ROSCADO O FILETEADO (G34).

El ciclo G34 de roscado con pasos múltiples automáticamente realiza los pasos múltiples necesarios para cortar un filete.

A continuación se muestran los parámetros de ciclo de fileteado para un filete con torneado recto. El punto inicial y final del ciclo de fileteado es la posición del eje al comienzo del bloque G34. El primer paso de fileteado acelera rápido hacia abajo. Luego avanza el ángulo de ingreso (palabra A). El programa NC debe colocar la herramienta lo suficientemente lejos de la pieza de trabajo permitir que los ejes aceleren antes de comenzar a cortar el filete. El filete se corta en un ángulo definido por las palabras I y K, y termina en un punto final definido por las palabras X y Z. La distancia sobre el punto final es la profundidad de fileteado (palabra D) menos la profundidad de corte del primer paso (palabra P). El ciclo avanza rápido la herramienta alejándola del punto final del filete en X hasta alcanzar la dimensión inicial X, luego avanza los otros ejes rápido al punto inicial.



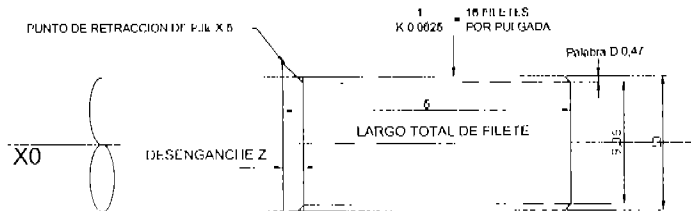
Filete de torneado recto G34

Ejemplo de programación de filete recto G34:

El siguiente programa labra el filete indicado debajo, se usan modos diámetro, pulgada y absoluto. En este ejemplo, se ejecutarán 6 pasos para completar 16 filetes rectos por pulgada.

```

: G0 G97 G70 G62
N10 M6 T10 F200
N20 S500 M3
N30 G1 X4 Z10
N40 G34 X9.06 Z 5.0 K 0.625 C1 A 29 R0.7 D 0.47 P0.02 H 0.002
N50 M2
    
```



Ejemplo de programa de filete recto G34

3.8.6 CICLO DE RANURADO DE (G35).

El ciclo de ranurado de DE brinda un método automático para cortar ranuras en el diámetro interior o exterior de la pieza. Las ranuras pueden ser ranuras de inmersión simple, ranuras de inmersión múltiples (para ranuras más anchas que la herramienta ranuradora) y pueden especificarse para que tengan lados cónicos y chaflanes o radios en los vértices superiores y filetes en los vértices inferiores.

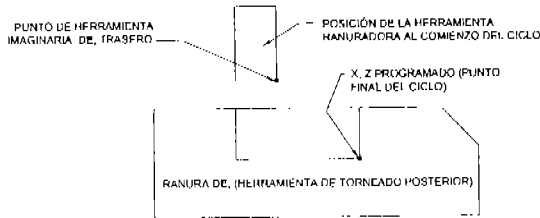
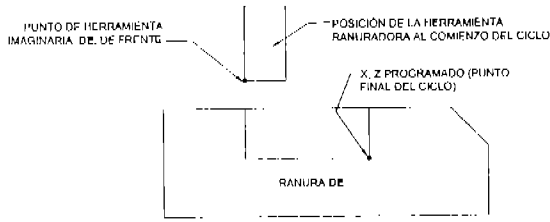
Las ranuras de lados rectos sin chaflanes, radios ni filetes se cortan en uno o más cortes de inmersión, con avance interrumpido opcional para extraer virutas de la ranura.

Antes de invocar el ciclo de ranurado, debe colocarse la herramienta con el punto de herramienta imaginaria de la herramienta ranuradora en el punto inicial del ciclo. La coordenada Z de este punto es la dimensión hacia el lado izquierdo (negativo) de la ranura.

G35 CICLO DE RANURA ÚNICA CON PASO DE ACABADO

```

: G0 G73 G70 G90 X3 Z6 I10 M06
N005 G1 F100 X2 Z5 S500 M3; UBICAR EL PUNTO FINAL DE RANURA
N010 G35 X1.5 Z6 D2 D0.1 E400 F60
:
: CICLO DE RANURA ÚNICA, CON PASO DE ACABADO
: X = FONDO DE RANURA
: Z = POSICIÓN DE FIN DE RANURA (MATERIAL DE
: ACABADO * 2 + ANCHO DE CORTE DE LA HERRAMIENTA)
: D = PROFUNDIDAD DE LA RANURA
: E = TASA DE RETRACCIÓN
: F = TASA DE AVANCE DE PASO DE ACABADO
: K = MATERIAL DE ACABADO (PARA FORZAR PASO DE ACABADO)
: 0.50000 PULGADAS DE ANCHO DE CORTE (DE TABLA DE HERRAMIENTAS)
:
: N020 M30
    
```



CICLO DE RANURADO DE G35

3.8.7) PROGRAMACIÓN EN PULGADAS/MÉTRICO (G70 Y G71).

Esta función permite que el programa especifique información dimensional lineal en milímetros (G71) o pulgadas (G70). Puede cambiarse la condición pulgada/métrico según sea necesario durante un programa, pero toda la información de un bloque debe ser toda en pulgadas o toda en métrico. La condición elegida continúa en efecto hasta que se cambia al programar el código G opuesto, manualmente o se regresa a la condición inicializada mediante un reajuste.

EJEMPLO: G70
 EJEMPLO: G71

3.8.8) CICLOS DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL (G72, G73,G74 Y G75).

El control provee un conjunto de tres ciclos de extracción de material que extraen material en pasos múltiples sobre el trabajo. También se provee un ciclo de acabado que realiza un paso sobre el perfil de la pieza de trabajo. Los ciclos de extracción de material operan sobre un perfil de acabado que es definido por una secuencia de bloques tipo I.

Los ciclos de extracción de material incluyen:

G73 Ciclo de torneado con extracción de material -que realiza pasos paralelos al eje Z con capacidad para dejar material para acabado de desbaste y acabado.

G74 Ciclo de refrentado con extracción de material -que realiza pasos paralelos al eje X con capacidad para dejar material para acabado de desbaste y acabado.

G75 Ciclo de copia con extracción de material - que realiza una cantidad específica de pasos paralelos al perfil de acabado con capacidad de dejar material de acabado (G75 puede usarse tanto para perfiles definidos paralelos a Z como a X), y

G72 Paso de acabado con extracción de material - realiza un paso sobre el perfil de acabado.

Los bloques tipo I de perfil de acabado:

Se identifican con etiquetas de programa, comienzan y terminan en el perfil de acabado, pueden ser G1, G2, G3 e intervalos G4.

Pueden especificar el movimiento del primer perfil como G0 rápido o G1 interpolación lineal.

Pueden contener hasta 45 bloques (los bloques de combinación de radio A(R) o chafán (C) cuentan como dos bloques)

Deben contener dimensiones Z decrecientes para torneado de frente, dimensiones Z incrementales para torneado dorsal, dimensiones X decrecientes para refrentado de DE y dimensiones X incrementales para refrentado de DI.

3.8.9) CICLO DE ROSCADO (CONVENCIONAL) (G84).

El ciclo de roscado convencional (G84) se usa con portamachos flotantes a resorte.

Parámetros:

Palabra R- dimension modal de plano de referencia.

Palabra de eje de husillo- profundidad de perforación modal o dimension de fondo de perforación.

Palabra W- distancia final de retracción no modal.

Palabra J – ciclo modal, multiplicador de tasa de retracción.

Acciones específicas del ciclo G84 Roscado (Convencional):

- 1.-) Avanzar rápido el eje C a la posición programada (si está presente).
- 2.-) Avanzar rápido el eje Z al plano de espacio libre (valor de la palabra R + altura de medición).
- 3.-) Avanzar rápido el eje X a la línea central del husillo.
- 4.-) Inhibir anulación de tasa de avance.
- 5.-) Avanzar la profundidad de perforación.
- 6.-) Revertir la rotación del husillo y cambiar la velocidad al valor de la palabra J multiplicado por la velocidad programada; esperar que se termine la reversión.
- 7.-) Avanzar al plano de espacio libre por el valor de la palabra J multiplicado por la tasa de avance.
- 8.-) Intervalo durante el tiempo de intervalo G84, luego revertir la rotación del husillo y reinstaurar la anulación de tasa de avance y velocidad programada de husillo.
- 9.-) Luego avanzar rápido la distancia W (si se la programa) sobre el plano R.

Estos pasos acontecen en el mismo orden cada vez que se requiere un ciclo G84.

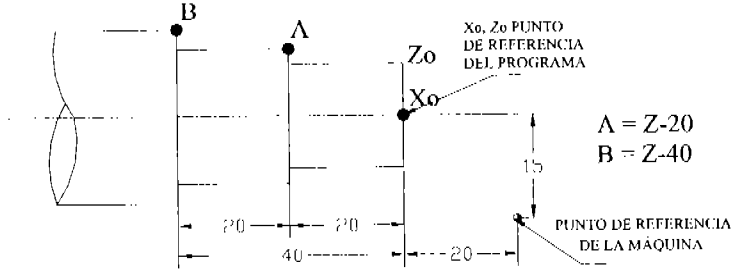
CONSIDERACIONES DE PROGRAMACIÓN.

- 1.-) No debe programarse la dirección de palabra de eje X ya que G84 coloca a X automáticamente en la línea central del husillo.
- 2.-) Los valores programados de tasa de avance y velocidad de husillo deben concordar con el paso del macho de terrajar.

3.8.10) ENTRADA DE DIMENSIONES ABSOLUTA (G90).

Se llama sistema absoluto, debido a que todos los datos que se introducen en el programa son a partir de un ORIGEN; en el cual se toma el extremo derecho de la pieza como referencia y el centro de la misma.

EJEMPLO: G90

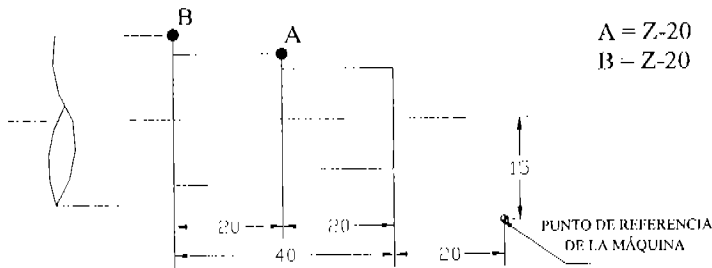


Nota: en este programa solo hay un punto de referencia X_0, Z_0 .

3.8.11) ENTRADA DE DIMENSIONES INCREMENTALES (G91).

En la programación del sistema incremental, los comandos programan la punta de la herramienta a una nueva posición, la cual es una distancia y dirección específica de su posición previa. Se llama INCREMENTAL, debido a que todos los datos que se introducen son independientes del último punto que se programó; lo que quiere decir que cada punto que es programado es un nuevo origen.

EJEMPLO: G91



3.8.12) PROGRAMACIÓN DE RADIO (G63)/DIÁMETRO (G62).

El programa NC es capaz de especificar dimensiones de piezas para el eje X como diámetro (G62) o radio (G63). Cuando se elige radio (G63), todas las dimensiones del eje X son tratadas como cifras radiales para su ingreso. Cuando se elige (G62), todas las dimensiones para el eje X son tratadas como valores de diámetro para su ingreso.

EJEMPLO: G63
EJEMPLO: G62

3.8.13) TASA DE AVANCE POR MINUTO(G94).

En este modo, la palabra F especifica la velocidad de la herramienta a lo largo de la trayectoria de la herramienta en pulgadas o milímetros por minuto, ya sea a lo largo de la línea recta especificada o a lo largo de la tangente de un arco de círculo o espiral. La palabra F es modal en G94, es decir, una tasa de avance programada permanece en efecto hasta que se programa otra tasa de avance.

EJEMPLO: G94

3.8.14) TASA DE AVANCE POR REVOLUCIÓN(G95).

En este modo, la palabra F especifica la tasa de avance como una distancia de avance por revolución de husillo. Este es el modo de avance preferido en centros de torneado.

La tasa de avance real se deriva de la posición real del husillo si se tiene feedback del husillo. Si no se tiene feedback del husillo, la velocidad programada del husillo se usa como aproximación de la velocidad real del husillo. La tasa de avance G95 es útil cuando el proceso de corte requiere cargas de viruta certeras.

EJEMPLO: G95

3.8.15) CONTROL DE VELOCIDAD (G97).

El control permite especificar la velocidad del husillo directamente en RPM o indirectamente programando la velocidad de corte deseada en Metros de Superficie por Minuto o Pies de Superficie por Minuto. En este modo la velocidad del husillo esta representada con la letra S, y esta permanece constante durante el proceso de corte a menos que se cambie al programar una nueva palabra S.

EJEMPLO: G97

CÓDIGOS "M" EN CENTRO DE TORNEADO CINCINATTI MOD. TC-150.

Se usan Códigos de unciones misceláneas (códigos M) para comandar varias funciones de control y máquina, la mayoría de las cuales se relacionan con la ejecución general de programa NC y el control de los mecanismos de la máquina. De igual manera que en los códigos G, los ceros delante de la cifra del código M son válidos pero no recomendables ya que aumentan el tiempo necesario para ejecutar un bloque del programa.

El valor de la palabra M se vuelve activo al comienzo del bloque, es decir, antes de que se ejecute cualquier movimiento comandado en el bloque, o al final del bloque, luego de terminar cualquier movimiento programado.

| CODIGO | FUNCION |
|--------|--|
| M0 | PARADA DE PROGRAMA |
| M2 | FIN DE PROGRAMA |
| M30 | FIN DE PROGRAMA |
| M3 | ENCIENDE EL HUSILO EN SENTIDO HORARIO |
| M4 | ENCIENDE EL HUSILO EN SENTIDO ANTI-HORARIO |
| M5 | DETIENE EL HUSILLO Y APAGA EL REFRIGERANTE SI ESTÁ ACTIVADO. |
| M6 | CAMBIO DE HERRAMIENTA |
| M8 | REFRIGERANTE ACTIVADO |
| M9 | REFRIGERANTE APAGADO |

3.8.16 PARADA DE PROGRAMA (M0).

Un código de parada de programa (M0), detiene la ejecución del programa NC al fin del bloque en el que aparece. Luego de completarse cualquier movimiento de eje programado en el bloque. Se detiene el husillo (generalmente con una parada orientada, es decir, con el husillo detenido en una posición conocida) y se apaga el refrigerante. El control está fuera de ciclo y deberá volverse a iniciar mediante acción del operario.

EJEMPLO: M0

3.8.17 FIN DE PROGRAMA (M2).

El código M2 indica el fin del programa de piezas. Un código de fin de programa detiene la ejecución del programa NC luego de completarse todos los movimientos del eje comandados en el bloque. El husillo se detiene y se apaga el refrigerante. Pueden moverse los ejes de máquina retraída dependiendo de la aplicación de la máquina.

Nota: Un código M30 de fin de programa realiza la misma función que el código M2 fin de programa.

EJEMPLO: M2

EJEMPLO: M30

3.8.18) CONTROL DE HUSILLO (M3, M4, M5).

Estos códigos arrancan y detienen el husillo. M3 arranca el husillo en sentido de las manecillas del reloj. M4 arranca el husillo en sentido contrario a las manecillas del reloj. M5 detiene el husillo y también apaga el refrigerante si está encendido.

Si los códigos de comienzo de husillo están en un bloque que incluye movimientos programados que no sean en travesía rápida (por ej. G1, G2 ó G3) el movimiento de eje solo comienza luego que el husillo ha alcanzado la velocidad de funcionamiento. La velocidad del husillo se especifica mediante la palabra S. Una palabra S válida debe estar en efecto cuando se programa un M3 ó M4.

EJEMPLO: M3
EJEMPLO: M4
EJEMPLO: M5

3.8.19) CAMBIO DE HERRAMIENTAS (M6).

El código M6 de cambio de herramientas es reconocido como un código de comienzo de bloque. El M6 hace que la torcea gire hasta la estación de la herramienta especificada, generalmente por el camino mas corto. El bloque que contiene el M6 también debe contener una palabra T para especificar la siguiente herramienta. Antes de girar la torcea, el control verifica la condición de la nueva herramienta.

Para cambios de herramientas M6, el programa NC debe colocar la torcea en una posición alejada de la pieza de trabajo y otros objetos antes de programar el M6. Ya que el tiempo de giro de la torcea es corto y los tiempos de ciclo de piezas son afectados significativamente por los tiempos de cambios de herramienta, este método es preferible ya que permite que el programa NC se aleje por la cantidad mínima de espacio libre.

EJEMPLO: M6 T3

3.8.20) CONTROL DE REFRIGERANTE (M7, M8, M9, M27, M28, M29).

Los códigos (M7, M8, M9, M27, M28 Y M29) eligen los refrigerantes disponibles o apagan todos los refrigerantes (M9).

Estos códigos no tienen efecto sobre el husillo. Todos los códigos de encender refrigerante cobran efecto antes de realizar cualquier movimiento de eje programado en el bloque.

El código de apagar refrigerante (M9) cobra efecto luego de terminarse cualquier movimiento de eje programado en el bloque.

4) HERRAMIENTAS CAD-CAM.

4.1) INTRODUCCIÓN.

CADCAM es quizás el desarrollo más importante de las nuevas tecnologías, para ingenieros, diseñadores y técnicos de todas las especialidades. Los elementos que integran el término CAD/CAM son muy significativos para cada rama de la moderna ingeniería, desde la industria mecánica pesada a la microelectrónica, mientras que CAD se aplica cada vez más a campos tan diversos como arquitectura, ingeniería civil, cartografía geofísica, diseño de ropa, publicaciones, publicidad, etc.

Históricamente se puede decir que el CAD/CAM empezó con el desarrollo del transistor, en realidad, su historia es la crónica del desarrollo de los ordenadores. Con la misma rapidez aparecen los acrónimos relacionados con él tales como CIM, CAE, CNC, FMS y muchos más. Como resultado, muchas personas se asustan, están confundidas y algo temerosas de esta nueva tecnología.

La introducción de las tecnologías de la información en las empresas se produjo en la década de los 60, principalmente en el área administrativa y financiera. En los años 70 las grandes empresas iniciaron la progresiva informatización de todas las áreas de la empresa, adquiriendo para ello costosos y complejos computadores. Los ochenta suponen la expansión definitiva de la informática gracias a la aparición del versátil PC (1981), la generalización del uso de redes, la proliferación de numerosas empresas de hardware y software que ofrecieron herramientas informáticas de mayor calidad y menor coste, abarcando todos los ámbitos de la industria (logística, producción, personal, administración, marketing, etc.)

La automatización de los métodos de fabricación es un hecho hoy en día. Todas las empresas tienen, en parte o en su totalidad, sus procesos computarizados. Sin embargo, hay áreas en las que la automatización es más compleja, como en el caso del diseño de productos, e incluso el del diseño de procesos. Ello es debido a que el diseño es un proceso creativo, exclusivo de la mente humana.

CADCAM y sus disciplinas asociadas involucran una gran variedad de actividades, elementos de hardware, lenguajes de software, códigos, estándares y organizaciones.

Técnicas CAD/CAM

El concepto "Diseño Asistido por Computador" (CAD -Computer Aided Design) representa el conjunto de aplicaciones informáticas que permiten a un diseñador definir el producto a fabricar. Nótese que se habla de "definir" y no de "dibujar", ya que el CAD excede este significado.

La Fabricación Asistida por Computador (CAM- Computer Aided Manufacturing) engloba las aplicaciones encargadas de traducir las especificaciones de diseño a especificaciones de producción, utilizando para ello las tecnologías de fabricación, el control numérico, la robótica, etc.

4.2) QUÉ ES CAD?

Los ingenieros utilizan los ordenadores como ayuda en los cálculos de diseño complejo desde los primeros desarrollos de los ordenadores en la post-guerra, y las primeras versiones de los equipos de CAD datan de mediados de los años 50. Sin embargo el término CAD se impuso desde que el desarrollo de los microprocesadores hizo posible crear, modificar y manipular gráficos complejos editados sobre la pantalla de un VDU (Visual Display Unity- Unidad de edición visual-).

En su sentido más moderno, CAD significa **proceso de diseño que emplea sofisticadas técnicas gráficas de ordenador, apoyadas en paquetes de software para ayuda en los problemas analíticos, de desarrollo, de coste y ergonómicos asociados con el trabajo de diseño**¹.

Un sistema CAD completo consta de elementos hardware y software. Finalmente se controla por la unidad central de proceso (CPU), que es el elemento central del ordenador y forma parte del hardware del sistema CAD.

Las instrucciones para realizar las operaciones se suministran bajo la forma de programas que se denominan software del sistema CAD.



Fig.4-1) Estación de trabajo CAD.

¹ CAD-CAM.
Barry Hawkes
PARANINFO

HARDWARE PARA UN SISTEMA CAD.

La figura 4.1 muestra un ejemplo de una estación de trabajo CAD. Un típico puesto de trabajo CAD consta de:

- a) Pantalla gráfica (VDU)
- b) Unidad Central de Procesamiento (CPU).
- c) Dispositivo de visualización alfa-numérica.
- d) Dispositivo de control de cursor.
- e) Tablero de comando electrónico.
- f) Teclado.
- g) Dispositivo impresor.

SOFTWARE PARA UN SISTEMA CAD.

El software de aplicación se suministra, habitualmente, como paquetes en discos y está escrito en lenguajes de alto nivel por compañías especializadas. Estos paquetes pueden estar diseñados para un determinado ordenador, aunque lo ideal es que sean compatibles con una amplia gama de software diferente. Estos paquetes están orientados a tareas asistidas por ordenador específicas. La mayor parte de software de aplicación CAD está escrito en lenguajes compiladores tales como FORTRAN y PASCAL, aunque existen algunos paquetes para microordenadores muy simples escritos en BASIC.

Las aplicaciones CAD típicas incluyen:

- 1) PAQUETES DE DIBUJO EN 2D, disponibles con diversos grados de sofisticación.
- 2) PAQUETES DE MODELIZACIÓN EN 3D.
- 3) PAQUETES DE ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS
- 4) PAQUETES DE ANÁLISIS ERGONÓMICO.
- 5) DIVERSOS PROGRAMAS BÁSICOS. (Las aplicaciones mas típicas son: análisis de tensiones simples, centroides, y segundos movimientos de área, cálculos de carga en apoyos y desarrollos de superficies sencillas).

4.2.1) VENTAJAS DEL CAD.

- 1) PRODUCCIÓN DE DIBUJOS MAS RAPIDA.
- 2) MAYOR PRECISION DE LOS DIBUJOS.
- 3) DIBUJOS MAS LIMPIOS.
- 4) DIBUJOS NO REPETIDOS.
- 5) TÉCNICAS ESPECIALES DE DIBUJOS.
- 6) ANÁLISIS Y CALCULOS DE DISEÑOS MAS RAPIDOS.
- 7) SUPERIOR ESTILO DE DISEÑO.
- 8) MENORES REQUISITOS DE DESARROLLO.
- 9) INTEGRACIÓN DEL DISEÑO CON OTRAS DISCIPLINAS.

EJEMPLOS DE ALGUNOS SOFTWARE PARA CAD SON:

**AUTOCAD
INVENTOR
MECHANICAL
SOLID EDGE
SOLID WORKS
CABINET VISION, ETC.**

4.2.2) APLICACIONES DEL CAD AL DISEÑO MECÁNICO.

El diseño mecánico es una de las áreas de aplicación del CAD-CAM de mayor volumen y con más potencial de crecimiento.

El CAD para diseño mecánico es de los que requiere un software más completo, por trabajar en modelos 3D, de gran precisión, y por la complejidad de cálculos y simulaciones necesarias para optimizar los diseños.

La gran industria mecánica fue una de las pioneras del CAD; varios de los paquetes de software de más amplia difusión tuvieron su origen en los desarrollos efectuados por las empresas aeronáuticas europeas y americanas.

Hoy día, las multinacionales de todos los campos de la mecánica, aeronáutica, automoción, maquinaria, etc., utilizan profusamente el CAD en todas las áreas de diseño. Disponen de cientos de estaciones de trabajo gráficas, dedicadas al diseño, dibujo, cálculo y simulación.

Cada día más el intercambio de información gráfica con la industria auxiliar de fabricación de componentes, se efectúa a través de soportes magnéticos. Lo que obliga a ésta a disponer de equipos de CAD compatibles para interpretar la información recibida, para elaborarla sin tener que redefinirla.

Para cubrir necesidades tan distintas, desde una gran multinacional a un pequeño taller, de un producto complejo con miles de componentes a una pieza simple, de un problema de interferencia en montaje a una simulación de combustión en un motor térmico, la industria del CAD ha evolucionado en base a ofrecer soluciones cada vez más elaboradas, sobre equipos cada vez más pequeños, de forma que, cualquiera que sea el tamaño de la empresa, el producto, la tecnología, se encontrará con un hardware más un software de CAD que permita automatizar el proceso y mantenerse en la competitividad.

APLICACIONES DE UN SISTEMA CAD.

Hablar de aplicaciones del CAD, es hablar de todas y cada una de las actividades que se desarrollan en una ingeniería. A continuación se presentan algunas de ellas, que pueden considerarse características, con el único objeto de proporcionar una idea general de la utilización de esas nuevas tecnologías.

FASE DE DEFINICIÓN DEL PRODUCTO: PREDISEÑO.

En esta primera fase de diseño se establecen las características y prestaciones del nuevo producto, se definen dimensiones y formas, se comprueba la coherencia de datos y factibilidad del mismo.

FASE DE DISEÑO Y DESARROLLO.

Aquí, a partir de la geometría y características básicas definidas en el anteproyecto, se efectúa el estudio de detalle, sistema a pieza, pieza a pieza todos sus componentes.

A continuación se enumeran algunas de las características de las aplicaciones CAD, que permiten especificar y formalizar la representación unívoca de una pieza o sistema:

- Proyecciones bidimensionales del objeto (alzados, plantas, secciones, perspectivas, etc).
- Modelado geométrico (descripción analítica de la volumetría, contorno y dimensiones del objeto), incluyendo relaciones geométricas e incluso algebraicas entre los distintos componentes.
- Base de datos de propiedades (materiales, tolerancias dimensionales, acabados, etc).

*NOTA: Se recomienda utilizar el modelado en 3D para el diseño de piezas que componen un sistema, ya que este nos muestra un previo de posibles problemas de montaje.

4.3) QUÉ ES CAM?

CAM. Se refiere a cualquier proceso de fabricación automática que esta controlada por ordenadores². Su origen data de los desarrollos de máquinas controladas numéricamente (NC) del final de los años 40 y principios de los 50. Se adoptó el termino CNC (Control Numérico por Ordenador) cuando estas técnicas comenzaron a ser controladas por ordenador al final de los años 50 y durante los 60. CNC encierra ahora procesos de fabricación automática muy diferentes que incluyen fresado, torneado, oxicorte, corte con láser, troquelado y soldadura eléctrica por puntos.



(a)



(b)

Fig-4-2) Dos ejemplos de máquinas en el que el proceso de fabricación de piezas es automática: (a) Cortadora láser y (b) Centro de maquinado CNC.

² CAD-CAM.
Barry Hawkes
PARANINFO

El termino CAM se utiliza como denominación general para todas estas disciplinas y para cualquier otra tecnología de fabricación controlada por ordenador que pueda surgir.

Los elementos más importantes de un CAM son:

- a) Técnicas de programación y fabricación CNC.
- b) Fabricación y ensamblaje mediante robots controlados por ordenador.
- c) Sistemas de fabricación flexibles.
- d) Técnicas de inspección por ordenador (CAI).
- e) Técnicas de ensayo asistidas por ordenador (CAT).

CONTROL NUMERICO (CN).

NC es una técnica que controla las acciones de las máquinas por medio de instrucciones en forma de un código alfanumérico. Las instrucciones codificadas se suministran a la máquina como bloques de información. Cada bloque se interpreta por la máquina NC como una instrucción para realizar una simple operación.

Un programa NC es un conjunto de bloques de instrucciones que comandan la máquina NC para realizar una tarea específica. La más común de tales tareas es el maquinado completo de un componente de ingeniería, o pieza. Este tipo de programa NC se denomina por consiguiente programa de pieza, y es uno de los principales componentes de un proceso CAD/CAM.

Casi toda la tecnología aparecida en los últimos 30 años se ha dirigido a conseguir mover la herramienta sobre la pieza con mayor rapidez. Probablemente, el Control Numérico es la tecnología CAM más evolucionada. Con este método, las instrucciones de los programas que controlan las máquinas-herramienta están grabadas en cinta perforada. El Control Numérico por Computador (CNC) es una técnica más avanzada que incluye un miniordenador o un micro-ordenador dedicado al control de la herramienta. Aquí las instrucciones están en la memoria del ordenador.

4.3.1) VENTAJAS DEL CAM.

En líneas generales, las ventajas del CAM están relacionadas con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- 1) Niveles de producción más altos con menor esfuerzo laboral.
- 2) Menor posibilidad de error humano y de las consecuencias de su falta de fiabilidad.
- 3) Mayor versatilidad de los objetos fabricados.
- 4) Ahorro de costes por incremento de la eficiencia de fabricación (es decir, menor material estropeado) e incremento de eficiencia en el almacenamiento y ensamblaje.
- 5) Repetitividad de los procesos de fabricación a través del almacenamiento de los datos.
- 6) Productos de mayor calidad.

4.4) QUÉ ES CAD/CAM?

Es la relación entre las funciones de ingeniería y de fabricación¹.

Algunas funciones más comunes del CAD son el modelado geométrico, análisis, prueba, delineación y documentación. El CAM por su parte incluye control numérico, robótica, planificación y control de fabricación. Ambas disciplinas están interrelacionadas por una base de datos común.

En realidad CAD/CAM es un matrimonio entre numerosas disciplinas de ingeniería y fabricación. En una expresión más simple, es una comunicación computarizada y una función de diseño para y entre ingenieros de diseño e ingenieros de fabricación.

Esto significa, por ejemplo, que puede dibujarse cualquier componente sobre una pantalla VDU y transferir los gráficos por medio de señales eléctricas a través de un cable que lo enlace a un sistema de fabricación, en donde los componentes se pueden producir automáticamente sobre una máquina CNC.

La unión de CAD y CAM, es decir, la posibilidad de comunicación entre sí, se representa en la siguiente figura.

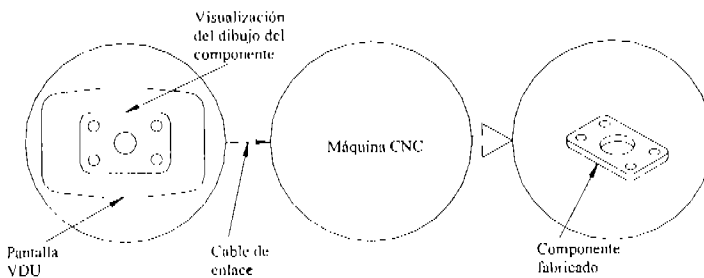


Fig.4-3)Principio simplificado del proceso CAD-CAM.

Una vez que se ha evidenciado la posibilidad de intercambio entre sistemas CAD y CAM, resulta inevitable el desarrollo de la filosofía CAD/CAM y del propio acrónimo. El progreso en esta dirección ha aumentado por el desarrollo de lenguajes y técnicas de programación CNC asistidos por ordenador, algunas de las cuales utilizan métodos gráficos muy similares a los del CAD.

El CAD/CAM es un concepto con muchos orígenes que en un principio estuvo orientado hacia el hardware (circuitos). Sin embargo, el software (programación) es la savia que da vida al CAD/CAM.

¹CAD-CAM.
Barry Hawkes
PARANINFO

Aunque existen diversas versiones de diseño CAD/CAM para las distintas plantas de fabricación, hay algunas características comunes que podemos usar como bases para la descripción del CAD/CAM:

- La estación gráfica de ordenador.
- La base de datos común.
- El software.
- El Control Numérico de la máquina.
- El manejo automático de los materiales.
- Y en particular la Robótica.

4.5) LENGUAJES PARA CAM.

Los dos primeros programas de CAM fueron desarrollados a finales de los años 50. Dichos programas, llamados APT y PRONTO, presentaban lenguajes para eliminar la necesidad de que el usuario tuviera que manejar los códigos de cinta perforada para actuar sobre la máquina-herramienta. Ambos se usan con profusión hoy en día, estando el APT dedicado principalmente al Control Numérico de la generación de máquinas controladas por cinta. Uno de los mayores problemas de los sistemas CAM es la compatibilidad entre sus lenguajes.

1.A IMPORTANCIA DE LA COMPATIBILIDAD.

Como ejemplo, valga el caso del DAC (Diseño Potenciado por Computador) de General Motors a principios de los sesenta. Se trataba de un auténtico desarrollo CAD/CAM desde el momento en que no era preciso que los usuarios fueran programadores y, por primera vez, los diseñadores y demás personas de fabricación podían comunicarse con un ordenador gráficamente.

Lamentablemente, el DAC fue desarrollado para el IBM 7090. En cuanto el DAC empezó a funcionar correctamente, IBM introdujo la serie 360, que era incompatible con el programa del DAC. Sin embargo, el DAC permitió que General Motors pudiera diseñar y producir importantes piezas cuando en 1964 y 1965, se cambiaron sus modelos de automóviles en el último momento.

Probablemente en 1973 se produjo el mayor estímulo para el CAD/CAM, cuando el VSAP (Programa de Análisis Estructural de Vehículos) de General Motors permitió que la compañía diseñara los nuevos modelos de coches en nueve meses menos de lo inicialmente previsto. La mayor parte del ahorro procedió del diseño de prototipos mediante simulación. La fabricación tardó mucho más en incorporarse a estas tecnologías, puesto que fue preciso renovar la maquinaria de producción.

4.5.1) CONVERSIÓN A CAD/CAM.

Las tres etapas importantes en la conversión a CAD/CAM son:

- 1) Viabilidad
- 2) Especificación
- 3) Comparación y evaluación.

VIABILIDAD.

A pesar de las ventajas y aplicaciones de CAD/CAM, puede existir la pequeña duda de que la instalación de un sistema CAD/CAM constituya un grave problema para cualquier empresa, tanto en términos de coste como en cambios de su estructura organizativa. Para justificar la instalación de un sistema CAD/CAM, el equipo del proyecto debe prestar especial atención a las consideraciones sociales y financieras involucradas: financieras y sociales.

Consideraciones financieras.

- a) Productos de más calidad.
- b) Productos más baratos.
- c) Plazos de entrega más cortos.
- d) Cotas de ventas más altas.
- e) Ritmo de producción y dibujo más rápidos.
- f) Costes de producción más bajos.
- g) Costes de elaboración más bajos.
- h) Costes de desarrollo más bajos.

Consideraciones sociales.

- a) Se pueden reemplazar muchas tareas peligrosas y repetitivas por trabajos que suponen una mayor satisfacción profesional.
- b) La automatización puede dar lugar a que se realicen menos horas extraordinarias.
- c) Posibilidad de una jornada laboral más corta.
- d) Los beneficios financieros del CAD/CAM pueden mejorar las perspectivas de una mejora salarial.

ESPECIFICACIÓN.

Un resultado positivo a un proyecto de instalación CAD/CAM no se puede asegurar hasta que se han identificado los requisitos específicos de la empresa, y se han establecido con claridad en una especificación.

La especificación se realiza indicando los objetivos que se deben alcanzar. Los objetivos más típicos incluyen:

- "El sistema a obtener es un paquete hardware/software completo de un suministrador como una instalación llave en mano."
- "El sistema debe ser capaz de producir dibujos A0".
- "El sistema debe tener facilidades para crear como mínimo 16 niveles de dibujo".
- "El sistema debe ser capaz de expandirse para incorporar la facilidad de modelado de sólidos a corto plazo".
- "El sistema deberá ser capaz de transferir datos de dibujos desde el paquete CAD a un paquete de programación de piezas CNC".

COMPARACIÓN Y EVALUACIÓN.

La siguiente decisión importante a tomar es determinar que sistema será el más adecuado según las especificaciones establecidas para ayudar al equipo del proyecto en esta tarea. Existen importantes fuentes de información y consejo. Realmente éstas se pueden utilizar durante las etapas de viabilidad y especificación:

Consultores. Ha aparecido un gran número de servicios de consultoría en respuesta a la creciente demanda para asesorar en sistemas CAD/CAM.

Pruebas de rendimiento. Una prueba de rendimiento es un programa personalizado para el cliente que se puede utilizar como un estándar para probar y evaluar el rendimiento de sistemas CAD/CAM.

Listas de usuarios y asociaciones del sistema. Constituyen una útil fuente de información de las empresas similares que han tenido una experiencia práctica en sistemas parecidos a los estudiados. La lista de usuarios se obtiene normalmente de los suministradores del sistema.

Revistas técnicas. Algunas de las cuales publican listas comparativas de los sistemas disponibles. También a veces se publican comparaciones efectuadas por compañías consultoras.

Instituciones profesionales. Pueden ser una fuente fiable de asesoramiento gratuito, y que pueden publicar sus revistas.

4.6) FABRICACIÓN FLEXIBLE.

El resultado final del CAD/CAM es la aparición de un concepto nuevo llamado "fabricación flexible". Se trata de uno de los desarrollos tecnológicos que conforman la idea de "fabrica del futuro", cambiando los métodos actuales de fabricación hasta niveles no vistos desde la introducción de la energía mecánica en el siglo XVIII.

4.6.1) VENTAJAS DE LA FABRICACIÓN FLEXIBLE.

La fabricación flexible (FM) permite efectuar cambios en el producto de forma rápida y económica. En contraste con los antiguos métodos de fabricación que tendían a estandarizar las líneas de producción, la FM (mediante el empleo del control por ordenador en la máquinas modernas) tiende a provocar una mayor diversificación y mejora de productos sin sacrificar los beneficios económicos de la producción en gran escala.

Dada la actual tendencia a del consumo hacia una mayor variedad de producción, los métodos tradicionales que requieren hombre y máquinas especializados en líneas de producción estáticas han perdido su competitividad. Como ejemplo, un fabricante de tractores produce 21 modelos básicos; en 1960 solo producía cuatro modelos. Antes de la FM. Las líneas de fabricación debían parar durante semanas para proceder a los cambios.

Sin embargo, la fabricación flexible no es la panacea para los problemas de fabricación. Los sistemas FM no solamente son complicados, sino muy caros. Como se ha puesto de manifiesto en muchos artículos sobre el tema, con FM es fácil cometer errores de un millón de dólares.

FACTORES DE DECISIÓN.

La decisión de usar FM debe basarse en factores tales como el tamaño del producto, la precisión buscada, la vida útil del producto y su movilidad. Los productos tales como clavos, tornillos, pernos y similares no suelen cambiar muy a menudo, por lo que pueden ser fabricados a millares con los sistemas tradicionales.

Por otra parte, una gran variedad de piezas especializadas de corta duración tampoco son factibles. La fabricación flexible se adapta mejor a la tecnología de grupo en el que se producen familias enteras de piezas, tales como los embragues de automóviles.

Además, en la misma forma que los ordenadores dirigen las operaciones de fabricación, pueden también emplearse en la simulación de modelos con los que establecen un sistema de fabricación flexible.

5) MANUAL DE PRACTICAS DE C.N.C. PARA USO EN LOS LABORATORIOS DE DISEÑO Y MANUFACTURA (AREA C.N.C.)

5.1) INTRODUCCIÓN.

La tecnología C.N.C. (Control Numérico Computarizado), es ahora casi indispensable en el taller, pues permite que una computadora controle el trabajo de una máquina, desde la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes, hasta los movimientos de la mesa, el carro y el husillo.

Esta realidad requiere con urgencia de la formación de profesionales en C.N.C.

Lo anterior nos conmina a considerar la importancia que representa para un ingeniero mecánico, el saber controlar y manejar un "actuador" programado.

Las máquinas herramienta con control numérico han sido aceptadas ampliamente en todo el mundo, dicha aceptación se deriva del resultado que se obtiene de la mismas por su exactitud, confiabilidad, repetibilidad y productividad.

Las máquinas con control numérico, poseen grandes posibilidades de uso, además de que prometen grandes ventajas y esperanzas en la fabricación mecánica. Estos sistemas de manufactura que, ya han sido aceptados e instalados en muchas empresas y talleres medianos y pequeños en muchos países del mundo, ya no son muy raros en nuestro país.

Estas nuevas técnicas de calidad y producción se encuentran orientadas fundamentalmente a mejorar la productividad, y para que esto se lleve a cabo efectivamente se requiere que los responsables directos de los medios de producción tengan un conocimiento profundo de los sistemas de manufactura para elegir, de entre muy diversos equipos y componentes, el que mejor convenga a una producción determinada. Todo esto significa un gran reto a la vida profesional del ingeniero.

Este trabajo pretende ser un apoyo a la enseñanza-aprendizaje, en el laboratorio de diseño y manufactura de la FNEP-ARAGON.

Se destacan cinco prácticas, donde se aplican las principales funciones de códigos aplicados tanto en el centro de torneado CINCINATTI TC-150 y en el simulador EMCO-TRONIC TM-02, que ayudan a comprender el funcionamiento básico de este tipo de maquinaria, las cuales contemplan la programación de elementos de CNC, y que se busca también despertar el interés y conciencia del estudiante del área de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA, con esto se pretende también reforzar los conocimientos adquiridos en el salón de clase.

CONTENIDO

PRACTICA #1

“APLICACIÓN DE FUNCIONES PREPARATORIAS Y CODIGOS G00 Y G01”.

PRACTICA #2

“UTILIZACIÓN DE LOS CODIGOS G02 Y G03”.

PRACTICA #3

“USO DEL CICLO ENLATADO DE CILINDRADO”.

PRACTICA #4

“ELABORACIÓN DE RANURAS Y ROSCAS CON CICLOS ENLATADOS”.

PRACTICA #5

“EJERCICIO FINAL DE PROGRAMACION”.

PRACTICA #1

"APLICACIÓN DE FUNCIONES PREPARATORIAS Y CÓDIGOS G00 Y G01".

OBJETIVOS:

- 1.- Aplicación de:
 - a) Funciones preparatorias de máquina.
 - b) Códigos misceláneos.
 - c) Códigos geométricos G00 y G01.

 - 2.- Comparar los códigos en la programación utilizados en:
 - a) Los simuladores EMCO-TRONIC TM-02.
 - b) En el centro de torneado CINCINATTI TC-150.
-

TEORIA:

La programación:

Es la codificación de un modo operativo y riguroso en sus menores detalles.

El programador deberá poscer, en primer lugar, conocimientos profundos de la tecnología de maquinado completados por la tecnología de codificación, bajo la cual las informaciones deben ser sometidas al equipo de control numérico.

La programación comprende pues dos fases:

- El establecimiento de un modo operativo detallado.

- Su transcripción, ya bajo una forma directamente asimilable por el equipo de control, o ya en un lenguaje que tratara una computadora para hacer la cinta perforada: en el primer caso se hablara de programación manual en el segundo caso, de programación asistida o automática.

Estructura del programa.

El programa se divide cronológicamente en una serie de pasos llamados bloques, que contienen la información de una operación elemental, siendo esta la que queda delimitada por la capacidad de procesamiento y de actuación de la maquina-herramienta.

Como generalmente la ejecución del programa se realiza de forma secuencial, el orden de este coincide con el de las operaciones de maquinado. En los controles numéricos tipo CNC, existe la posibilidad de romper con este orden según convenga en el programa.

Todas las acciones que la maquina debe realizar y que se definen en cada bloque, se refieren a:

- a) desplazamiento de la herramienta;
 - b) Velocidad de avance y rotación;
 - c) Selección de herramientas;
 - d) Establecimiento de las condiciones y modo de funcionamiento de la maquina-herramienta y del control numérico.
-
-

Programación de los movimientos de la máquina-herramienta

Es necesario primeramente definir un sistema de referencia de movimientos, y así se define como tal un sistema de coordenadas ortogonal de sentido directo con los ejes paralelos a las guías principales de la máquina, y ligado a la pieza, de forma que el programador pueda describir los movimientos sin distinguir si la herramienta se aproxima a la pieza o la pieza a la herramienta.

El valor de los desplazamientos de la herramienta se puede indicar de dos maneras:

- a) mediante el valor de la coordenada del punto que ha de alcanzar la herramienta, en cuyo caso se dice que la **programación es absoluta**;
- b) mediante el incremento del valor de las coordenadas entre los puntos inicial y final de la trayectoria, en cuyo caso la **programación es incremental**.

Programación de velocidades.

La programación de la **velocidad de avance y de rotación** se efectúa mediante las letras F y S, respectivamente.

El valor de estas funciones se indica de forma directa, generalmente en mm/min, para movimiento de avance independiente a la velocidad de rotación, o en mm/rev, si dependen de esta, y en rev/min para la velocidad de rotación.

$$S = \frac{V_c \times 320}{\emptyset}$$

En donde:

S – la velocidad de rotación [rev/min]

V_c – Velocidad de corte [m/min] (De tablas).

∅ – Diámetro de la pieza a trabajar.[mm]

***Nota:**

En la realización de estas prácticas se usarán valores recomendados en tablas, que son resultado de pruebas e investigaciones realizadas por fabricantes de acero y herramientas de corte.

Velocidad de Avance (Fr) [mm/min].

Se define como la distancia que la herramienta de corte avanza a lo largo de la pieza por cada revolución del husillo. Se dará por hecho el conocimiento que para un corte de desbaste se usará un avance burdo y que para un corte de acabado se usará un avance ligero.

Velocidad de corte (Vc) [m/min].

Se puede definir como la velocidad a la cual un punto en la circunferencia de la pieza pasa frente a la herramienta de corte. La velocidad de corte se expresa siempre en pie por minuto (pie/min) o en metros por minuto (m/min). Generalmente se toman datos como válidos de tablas existentes que han sido resultado de pruebas e investigaciones por institutos reconocidos.

Profundidad de corte (tc) [mm].

La profundidad de corte puede definirse como la profundidad de la viruta que la herramienta de corte saca y es la mitad de la cantidad total eliminada de la pieza de trabajo en un corte.

La profundidad de corte de acabado en u torno dependerá del tipo de la pieza de trabajo y del acabado requerido. En cualquier caso, no debe ser menor de .005 pulg. (0.13mm).

Tiempo de corte (Tc) [min].

Es el tiempo consumido al recorrer la herramienta una longitud (en corte), en función de la velocidad de giro del husillo y el avance de dicha herramienta.

$$T_c = \frac{L_c}{(S)(Fr)}$$

En donde:

Lc= longitud de corte [mm].

S = Velocidad de giro del husillo [rev/min].

Fr = Avance del corte en el código programado [mm/min].

Programación de la herramienta.

Las operaciones relacionadas con la herramienta que deben especificarse en el programa son: el cambio de la herramienta para maquinas con cambiador automático y el ajuste de sus dimensiones.

La primera de estas operaciones se programa por medio de la letra T y una cifra que indica el número de la herramienta. La numeración de las herramientas que se utilizan en un programa se realiza físicamente sobre de ella a base de un identificador en su mango (anillos), o bien, de manera indirecta mediante la numeración de las posiciones del almacén donde se colocan.

| Para CINCINATTI TC-150, se usará: | Para EMCO-TRONIC TM-02: |
|-----------------------------------|---|
| T1 - Herramienta derecha. | El orden de las herramientas será arbitrario. |
| T2 - Ranurado. | |
| T3 - Roscado. | |

Códigos Internacionales.

Estos códigos indican funciones específicas y son dos tipos, se les denomina "función preparatoria" y "función auxiliar", direccionándose respectivamente con las letras G y M. La primera hace referencia en general al modo y forma de realizar las trayectorias y la segunda al modo de funcionamiento de la maquina-herramienta y del control numérico. Ambas funciones son codificadas y tienen, respecto de las demás, la peculiaridad de poder aparecer más de una vez en un bloque. (ver anexo).

Códigos y funciones preparatorias de la máquina.

Todo tipo de máquina con CNC necesita de algunos códigos y funciones que sirven de preparación para la realización de las operaciones de corte:

- a) (G70/G71) Unidades de la programación.
- b) (G90/G91) Modo de programación.
- c) (G97) Velocidad de giro del husillo
- d) (G95) Unidades de giro del husillo.
- e) (M03) Sentido de giro del husillo.
- f) (M06) Cambio de herramienta.

***Nota:**

La utilización de estos parámetros ya direccionados, dependerá de la aplicación que se requiera en cada caso, en cada programa, como mínimo, al iniciar debe contemplar estas indicaciones.

Códigos geométricos G00 y G01.

- a) G00 Desplazamiento rápido en vacío.

Sintaxis:

| No. de bloque | Código | Coord.. en X del punto final | Coord.. en Z del punto final |
|---------------|--------|------------------------------|------------------------------|
| #n | G00 | X | Z |

Se puede mover el eje X, el eje Z o ambos ejes simultáneamente.

***Nota:**

Se debe tener precaución al usar este comando, ya que la velocidad a la que se desplaza la herramienta, es la velocidad máxima de la máquina, un descuido puede provocar daños severos tanto a la herramienta, así como a la máquina.

- b) G01 Desplazamiento con corte

Sintaxis:

| No. de bloque | Código | Coord.. en X del punto final | Coord.. en Z del punto final | Vcl. De avance |
|---------------|--------|------------------------------|------------------------------|----------------|
| #n | G00 | X | Z | F |

F = Avance: (m/min), (in/min), (mm/rev), (in/rev).

c) M05 Paro del husillo

Sintaxis:

| No. de bloque | Código |
|---------------|--------|
| //n | M05 |

d) M30 Fin de programa

Sintaxis:

| No. de bloque | Código |
|---------------|--------|
| //n | M30 |

DESARROLLO:

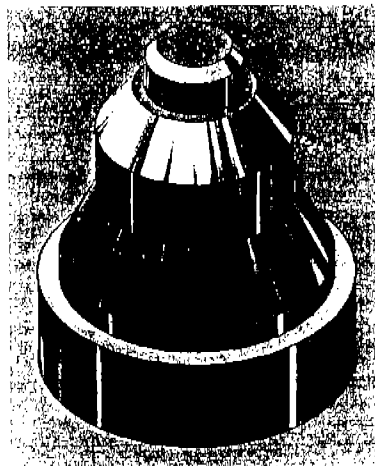
Para efecto de resolver cualquier duda en el manejo de los equipos, se dará pauta a que los instructores del área afin, participen en el procedimiento para la realización de la, práctica y precauciones que se deben observar al manipular la maquinaria.

1.-) Elaborar un programa para los simuladores Emco-tronic, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría deseada.

2.-) Elaborar un programa para el torno semi industrial CINCINATTI TC-150, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría deseada.

***NOTA:**

Considerar que las dimensiones acotarán diámetros.



PIEZA #1

MEMORIA DE CÁLCULOS:

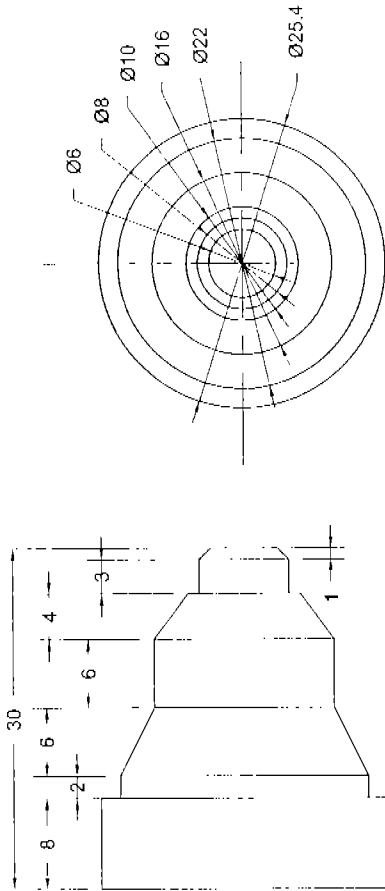
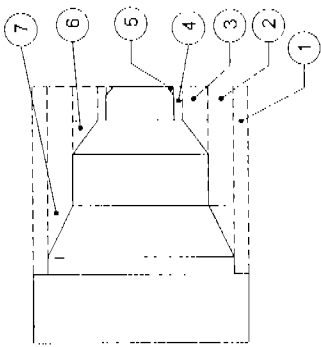
DATOS:

| PARÁMETROS | CONDICIONES | OBSERVACIONES |
|-----------------------------------|---|--------------------|
| Material | Cold Rolled (acero para herramientas) | |
| Longitud | 50 mm | |
| Diámetro | 25.4 mm | |
| Velocidad de corte (Vc) | 21 m/min | De tablas (Anexo) |
| Profundidad de corte (tc) | 1 mm máximo | |
| Velocidad de avance (f'r) | 0.5 mm/rev. | De tablas (Anexo) |
| Velocidad de giro del husillo (S) | 340.15 rev/min | Calculado. |
| Tiempo de corte de desbaste (Tc) | Calcular este parámetro para cada bloque en corte del programa. | Calculado. |

| VELOCIDAD DE GIRO DEL HUSILLO | TIEMPO DE CORTE DE DESBASTE |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| $S = \frac{Vc \times 320}{\emptyset}$ | $Tc = \frac{Lc}{(S)(Fr)}$ |
| $S = (22)(320) / 25.4$ | $Tc = 22 / (340.15)(0.5)$ |
| $S = 340.15 \text{ (rev/min).}$ | $Tc = 0.129 \text{ (min).}$ |

PRACTICA:
1

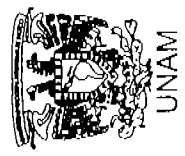
NOMBRE DE LA PRACTICA:
APLICACIÓN DE FUNCIONES PREPARATORIAS Y CÓDIGOS G00 Y G01



VISTA LATERAL
ESC: INDICADA

VISTA EN PLANTA
ESC: INDICADA

| OPERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|-----------|-------------|
| 1 | CILINDRADO |
| 2 | CILINDRADO |
| 3 | CILINDRADO |
| 4 | CILINDRADO |
| 5 | CHAFLÁN |
| 6 | CHAFLÁN |
| 7 | CHAFLÁN |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |
| 17 | |
| 18 | |
| 19 | |
| 20 | |
| 21 | |
| 22 | |
| 23 | |
| 24 | |
| 25 | |



I.M.E.

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

PIEZA No.:
1

NOMBRE DE LA PIEZA:
CILINDRO

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

FECHA
SEP. 2004

ELABORÓ
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

ESCALA:
2 : 1

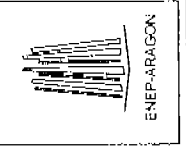
ACOTACIONES.
mm

NO. PAG.:
1 DE 6



ENEP-ARAGON

| MÁQUINA: TORNO CINCO: NATTI TC-150 | OPERACIÓN | HTA. DE CORTE | VELOCIDAD DE GIRO (S) (rev/min) | AVANCE (F) (mm/rev) | LONGITUD DE CORTE (Lc) (mm) | # PASADAS | TIEMPO DE CORTE (DESBASTE) (min/corte) |
|---|--------------------|---------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|--|
| <p>OPERACION 2</p> <p>OPERACIONES</p> <p>OPERACIONES</p> <p>(3) (5) (7) (9) (11) (13) (15) (17) (19) (21) (23) (25)</p> | 1 ACT. FNES. PREP. | | | | | | |
| | 2 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 22 | | 0.129 |
| | 3 CILINDRADO | | 340.15 | | 22 | | 0.064 |
| | 4 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 22 | 1 | 0.129 |
| | 5 CILINDRADO | | 340.15 | | 22 | 1 | 0.064 |
| | 6 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 14 | 1 | 0.062 |
| | 7 CILINDRADO | | 340.15 | | 14 | 1 | 0.041 |
| | 8 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 14 | 1 | 0.082 |
| | 9 CILINDRADO | | 340.15 | | 14 | 1 | 0.041 |
| | 10 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 14 | 1 | 0.082 |
| | 11 CILINDRADO | | 340.15 | | 14 | 1 | 0.041 |
| | 12 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 4 | 1 | 0.023 |
| | 13 CILINDRADO | | 340.15 | | 4 | 1 | 0.011 |
| | 14 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 4 | 1 | 0.023 |
| | 15 CILINDRADO | | 340.15 | | 4 | 1 | 0.011 |
| | 16 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 4 | 1 | 0.023 |
| | 17 CILINDRADO | | 340.15 | | 4 | 1 | 0.011 |
| | 18 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 4 | 1 | 0.023 |
| | 19 CILINDRADO | | 340.15 | | 4 | 1 | 0.011 |
| | 20 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 4 | 1 | 0.023 |
| | 21 CHAFLÁN | | 340.15 | | 1.41 | 1 | 0.008 |
| | 22 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1.41 | 1 | 0.004 |
| | 23 CHAFLÁN | | 340.15 | | 5 | 1 | 0.029 |
| | 24 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 5 | 1 | 0.014 |
| | 25 CHAFLÁN | | 340.15 | | 6.7 | 1 | 0.039 |
| | | | | 21.38 | 1 | 0.019 | |
| | | | | | | | 1.01 |

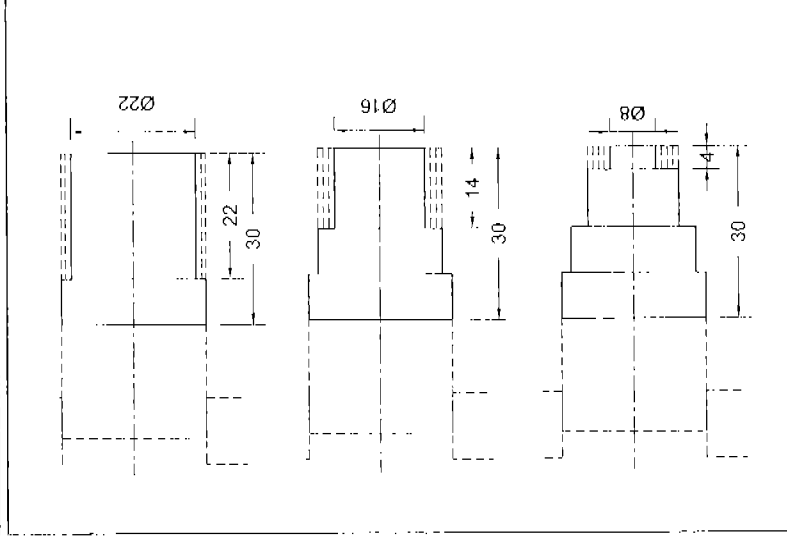


LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

| | | |
|---------------------------------|--------------------|----------------------------|
| MATERIAL: COLD ROLLED DE Ø1" | ACOTACIONES: mm | NO. PAG.: 2 DE 6 |
| NOMBRE DE LA PIEZA: CILINDRO | | ESCALA: NATURAL |
| ELABORÓ: N. ALVARADO | | REVISÓ: ING. A. SANCHEZ |

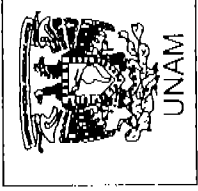
| | | |
|-------------|-----------------|------------------------|
| I.M.E. | PIEZA No.: 1 | FECHA: SEP. DE 2004 |
| <p>UNAM</p> | | |

MÁQUINA:
TORNO CINCOATTI TC-150



| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN | # BLOQUE |
|-----------------------------|----------|
| ACT. FNES. PREP. | N10 |
| SENTIDO DE GIRO DEL HUSILLO | N20 |
| LLAMADA DE LA HERRAMIENTA | N30 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N40 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N50 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N60 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N70 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N80 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N90 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N100 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N110 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N120 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N130 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N140 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N150 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N160 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N170 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N180 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N190 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N200 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N210 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N220 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N230 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N240 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N250 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N260 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N270 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N280 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N290 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N300 |

| CÓDIGOS DE PROGRAMA | | | | |
|---------------------|--------|---------|------|--|
| G71 | G80 | G84 | G97 | |
| M3 | | | | |
| M6 | 0 | 0 | T1 | |
| G0 | X26.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X24.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X24.00 | Z-22.00 | F0.5 | |
| G0 | X24.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X22.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X22.00 | Z-22.00 | F0.5 | |
| G0 | X22.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X20.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X20.00 | Z-18.00 | F0.5 | |
| G0 | X20.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X18.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X18.00 | Z-16.00 | F0.5 | |
| G0 | X18.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X16.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X16.00 | Z-14.00 | F0.5 | |
| G0 | X16.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X14.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X14.00 | Z-6.00 | F0.5 | |
| G0 | X14.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X12.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X12.00 | Z-5.00 | F0.5 | |
| G0 | X12.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X10.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X10.00 | Z-4.00 | F0.5 | |
| G0 | X10.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X8.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X8.00 | Z-4.00 | F0.5 | |



I.M.E.

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



PIEZA No.:
1

FECHA:
SEP.2004

NOMBRE DE LA PIEZA:
CILINDRO

ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

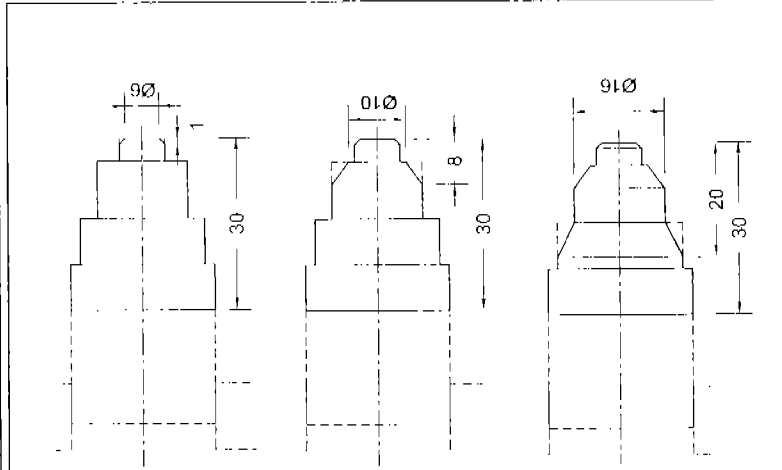
ESCALA:
NATURAL

ACOTACIONES:
mm

NO. PAG.:
5 DE 6

MÁQUINA:

TORNO CINCINATTI TC-150



CÓDIGOS DE PROGRAMA

BLOQUE

DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

| | | | | |
|-----|--------|--------|------|-----------------------------|
| G0 | X8.00 | Z1.00 | N310 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA |
| G0 | X6.00 | Z0 | N320 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA |
| G1 | X10.00 | Z2.00 | N330 | INTERPOLACIÓN LINEAL |
| G0 | X10.00 | Z4.00 | N340 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA |
| G1 | X18.00 | Z9.00 | N350 | INTERPOLACIÓN LINEAL |
| G0 | X16.00 | Z14.00 | N360 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA |
| G1 | X22.00 | Z21.00 | N370 | INTERPOLACIÓN LINEAL |
| G0 | X30.00 | Z1.00 | N380 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA |
| M5 | | | N390 | PARO DE HUSILLO |
| M30 | | | N400 | FIN DE PROGRAMA |
| | | | N410 | |
| | | | N420 | |
| | | | N430 | |
| | | | N440 | |
| | | | N450 | |
| | | | N460 | |
| | | | N470 | |
| | | | N480 | |
| | | | N490 | |
| | | | N500 | |
| | | | N510 | |
| | | | N520 | |
| | | | N530 | |
| | | | N540 | |
| | | | N550 | |
| | | | N560 | |
| | | | N570 | |
| | | | N580 | |
| | | | N590 | |
| | | | N600 | |



I.M.E.

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

PIEZA No.: 1

NOMBRE DE LA PIEZA:
CILINDRO

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

FECHA:
SEP. 2004

ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

ESCALA:
NATURAL

ACOTACIONES:
mm

NO. PAG.:
6 DE 6



ENEP-ARAGON

PRACTICA #2

"UTILIZACIÓN DE LOS CÓDIGOS G02 Y G03".

OBJETIVO:

- 1.- Familiarizarse con la correcta aplicación de las funciones preparatorias de máquina.
- 2.- Conocer el funcionamiento y modo de controlar los códigos de interpolación circular G02 y G03.
- 3.- Comparar los códigos en la programación utilizados en:
 - a) Los simuladores EMCO-TRONIC.
 - b) En el centro de torneado CINCINATTI TC-150.

TEORIA:

G02 = INTERPOLACIÓN CIRCULAR EN SENTIDO HORARIO.(RADIO CONVEXO).

G03= INTERPOLACIÓN CIRCULAR EN SENTIDO ANTI-HORARIO.(RADIO CÓNCAVO).

La interpolación circular facilita el proceso de programar arcos y círculos. En algunos sistemas CNC solamente se pueden programar a la vez un cuarto de círculo o un cuadrante (90°). Sin embargo, unidades de control de máquinas recientes tienen capacidad de un círculo completo dentro del mismo comando, lo que ayuda a reducir la longitud del programa. También mejora la calidad de la pieza porque existe una transición suave en todo círculo completo, sin interrupciones o descansos entre cuadrantes.

- La figura 2-1 muestra la información básica requerida para programar un círculo. Esto debe incluir la posición del centro del círculo, el inicio y el final del arco que se va a cortar la dirección del corte y la velocidad de avance para la herramienta. Un ejemplo de un arco y el bloque de información requerido para programarlo aparece en la figura 2-2.

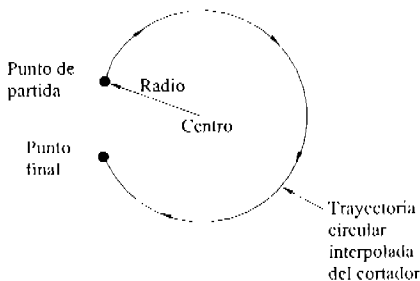
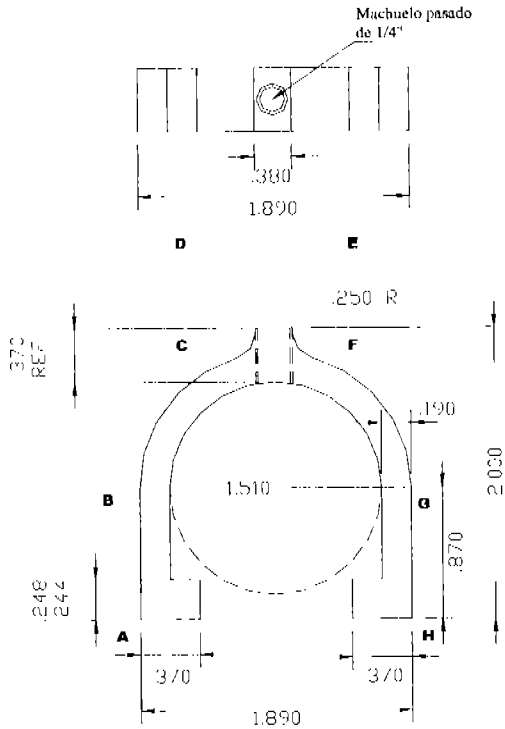


Fig.2-1) La posición del centro, el radio, el punto de partida y el punto de terminación del círculo, así como la dirección del corte son datos requeridos para la interpolación circular.



NOTA: X0 Y0 EN EL CENTRO DE LA PERFORACIÓN, LA TRAYECTORIA DE LA PIEZA ES EL BORDE DE LA MISMA CUANDO SE UTILIZA COMPENSACIÓN DEL RADIO DEL CORTADOR.

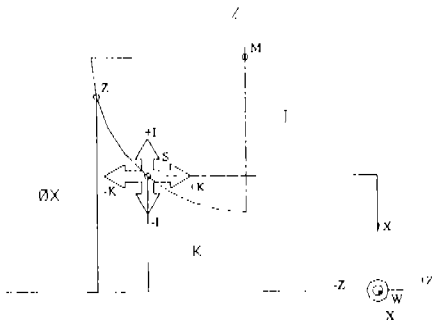
EJEMPLO 1 - PUNTO B A PUNTO C
G2 X-.190 Y .9257 I .945 J0 F5.0
O
G2 X-.190 Y .9257 R .945 F5.0

EJEMPLO 2 - PUNTO F A PUNTO G
G2 X.945 Y 0 I -.190 J.9257 F5.0
O
G2 X.945 Y 0 R -.945 F5.0

Fig 2-2)Observe que se puede utilizar varios métodos para escribir el bloque para el arco:

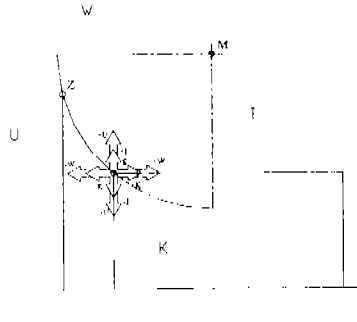
- Un método utiliza el comando I y J para identificar las coordenadas del centro del arco.
 Un método mas simple utiliza el comando R (radio del arco), mismo que el MCU utiliza para calcular el centro del arco.

CÓDIGOS G02 y G03 DE PROGRAMACIÓN EN SIMULADORES EMCO-TRONIC TM02.



- * CON X, Z Se describe el punto de destino del arco de círculo desde el punto cero
- * CON I, K se describe el centro del círculo desde el punto de comienzo del arco de círculo.

N.../G02/X/ Z/I/K/

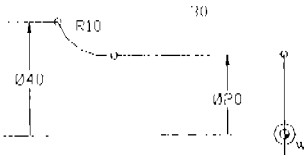


- * CON U, W se determina el punto de destino desde el punto de comienzo del círculo.
- * CON I, K se describe el centro del círculo desde el punto de comienzo del arco de círculo.

N.../G02/U/-W/I/K/F



40



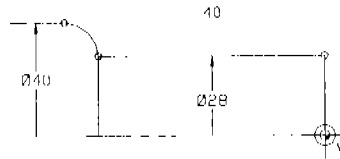
EJEMPLO 1:
PROGRAMACION ABSOLUTA
N.../G01/X20.000/Z-30.000/F...
N.../G02/X40.000/Z-40.000/I10.000
K=00.000/F...

PROGRAMACION INCREMENTAL.
N.../G01/...
N.../G02/U 10.000/W-10.000/I10.000
K=00.000/F...



6

46



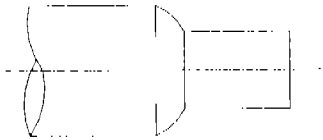
EJEMPLO 2:
PROGRAMACION ABSOLUTA.
N.../G01/X28.000/Z-46.000/I00.000
K-6.000/F...

PROGRAMACION INCREMENTAL.
N.../G01/...
N.../G03/U 6.000/W-6.000/I00.000
K-6.000/F...

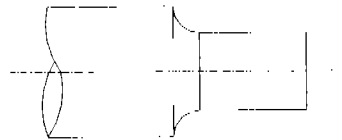
CÓDIGOS G02 y G03 DE PROGRAMACIÓN EN CENTRO DE TORNEADO CINCINATTI MOD. TC-150.

EJEMPLO: G2 X.5 Z2 K1 F10

EJEMPLO: G3 X4 Z2.2 I.4375 F10



SENTIDO HORARIO
RADIO CONVEXO
G2



SENTIDO CONTRA-HORARIO
RADIO CÓNCAVO
G3

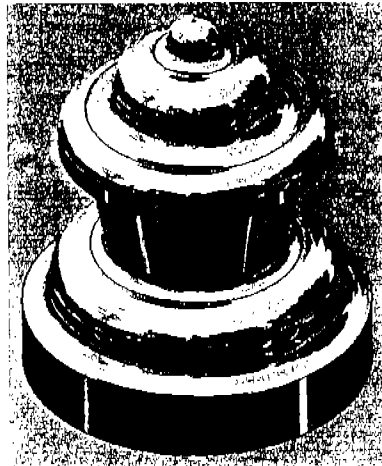
Desarrollo:

Para efecto de resolver cualquier duda en el manejo de los equipos, se dará pauta a que los instructores del área afin, participen en el procedimiento para la realización de la, práctica y precauciones que se deben observar al manipular la maquinaria.

- 1.-) Elaborar un programa para los simuladores Emco-tronic, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría descada.
- 2.-) Elaborar un programa para el torno semi industrial CINCINATTI TC-150, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría descada.

***NOTA:**

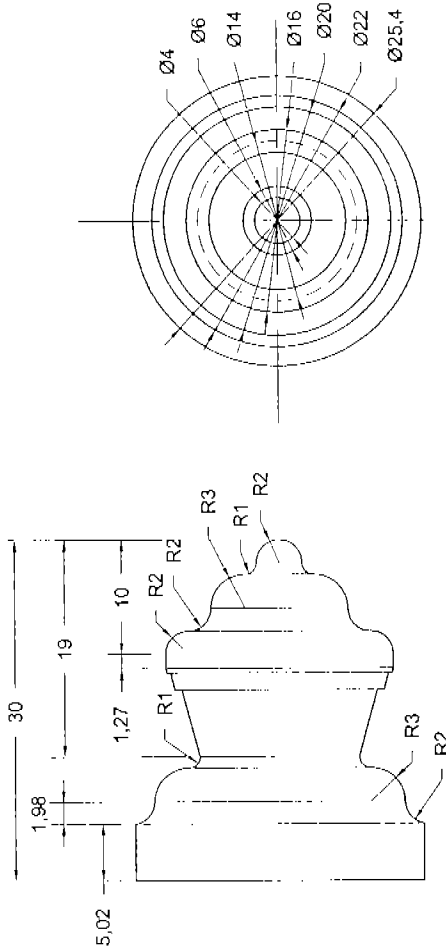
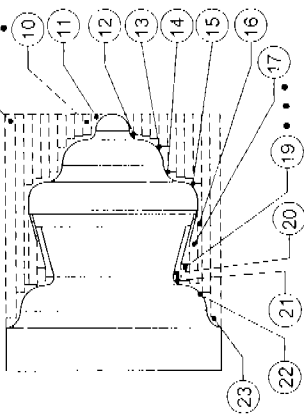
Considerar que las dimensiones acotarán diámetros.



PIEZA # 2

PRACTICA:
2

NOMBRE DE LA PRACTICA:
"UTILIZACIÓN DE LOS CÓDIGOS G02 Y G03"



VISTA LATERAL
ESC: INDICADA

VISTA EN PLANTA
ESC: INDICADA

| OPERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|-----------|------------------------|
| 1 | CILINDRADO |
| 2 | CILINDRADO |
| 3 | CILINDRADO |
| 4 | CILINDRADO |
| 5 | CILINDRADO |
| 6 | CILINDRADO |
| 7 | CILINDRADO |
| 8 | CILINDRADO |
| 9 | CILINDRADO |
| 10 | CILINDRADO |
| 11 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| 12 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| 13 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| 14 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| 15 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| 16 | CILINDRADO |
| 17 | CILINDRADO |
| 18 | CILINDRADO |
| 19 | CILINDRADO |
| 20 | CILINDRADO |
| 21 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| 22 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| 23 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR |
| 24 | |
| 25 | |



I.M.E.

PIEZA No.:
2

FECHA:
SEP. 2004

NOMBRE DE LA PIEZA:
FILLER

ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA:
2 : 1

ACOTACIONES:
mm

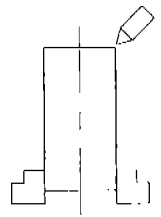
NO. PAG.:
1 DE 7

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

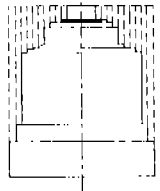


ENEP-ARAGON

MÁQUINA:
CINCINNATI TC-150/EMCO TRONIC TM02

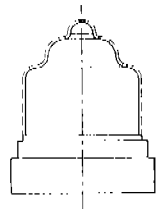


OPERACION 2



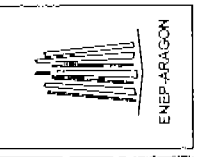
OPERACIONES

- (3) (5) (7) (9) (11) (13) (15) (17) (19) (21)



- (24) (25) (26) (27) (28) (29)

| OPERACIÓN | HTA. DE CORTE | VELOCIDAD DE GIRO (S) [rev/min] | AVANCE (F) [mm/rev] | LONGITUD DE CORTE (Lc) [mm] | # PASADAS | TIEMPO DE CORTE (DESBASTE) [min/cor.te] |
|---------------------|---------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|---|
| 1 ACT. FINES. PREP. | | | | | | |
| 2 UBIC. HTA. | | | | | | |
| 3 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 24 | 1 | 0.141 |
| 4 UBIC. HTA | | 340.15 | | 24 | 1 | 0.073 |
| 5 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 21 | 1 | 0.123 |
| 6 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 21 | 1 | 0.065 |
| 7 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 8 | 1 | 0.047 |
| 8 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 8 | 1 | 0.026 |
| 9 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 8 | 1 | 0.047 |
| 10 UBIC. HTA | | 340.15 | | 8 | 1 | 0.026 |
| 11 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 7 | 1 | 0.041 |
| 12 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 7 | 1 | 0.023 |
| 13 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 7 | 1 | 0.041 |
| 14 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 7 | 1 | 0.023 |
| 15 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 4 | 1 | 0.023 |
| 16 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 4 | 1 | 0.014 |
| 17 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 3 | 1 | 0.017 |
| 18 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 3 | 1 | 0.011 |
| 19 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 3 | 1 | 0.017 |
| 20 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 3 | 1 | 0.011 |
| 21 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 2 | 1 | 0.011 |
| 22 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 3 | 1 | 0.008 |
| 23 UBIC. HTA. | | 340.15 | 0.5 | 3.54 | 1 | 0.008 |
| 24 INTERP. CIRCULAR | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 3.14 | 1 | 0.005 |
| 25 INTERP. CIRCULAR | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 1.57 | 1 | 0.004 |
| 26 INTERP. CIRCULAR | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 4.71 | 1 | 0.023 |
| 27 INTERP. CIRCULAR | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 3.14 | 1 | 0.021 |
| 28 INTERP. CIRCULAR | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 3.14 | 1 | 0.026 |
| 29 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 10.00 | 1 | 0.058 |



NO. PAG. 2 DE 7
ACOTACIONES: mm
ESCALA: NATURAL

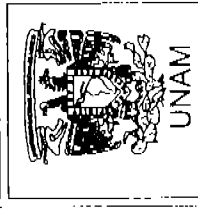
MATERIAL: COLD ROLLED DE Ø1"

REVISÓ: ING. A. SANCHEZ

NOMBRE DE LA PIEZA: FILLER

ELABORO: N. ALVARADO

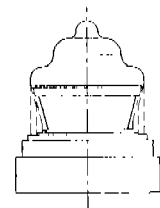
PIEZA No.: 2
FECHA: SEP. DE 2004



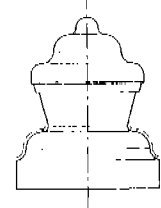
LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

I.M.E.

| MÁQUINA: CINCINNATI: TC-150/EMCO TRONIC TM02 | OPERACIÓN | HTA. DE CORTE | VELOCIDAD DE GIRO (S) [rev/min] | AVANCE (F) [mm/rev] | LONGITUD DE CORTE (Lc) [mm] | # PASADAS | TIEMPO DE CORTE (DESBASTE) [min/corte] |
|---|---------------------|---------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|--|
| | 30 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 1 | 1 | 0.003 |
| | 31 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 5.09 | 1 | 0.030 |
| | 32 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 3.16 | 1 | 0.018 |
| | 33 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 3 | 1 | 0.018 |
| | 34 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 2 | 1 | 0.012 |
| | 35 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 2 | 1 | 0.012 |
| | 36 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1.5 | 1 | 0.008 |
| | 37 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 5.38 | 1 | 0.031 |
| | 38 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 3 | 1 | 0.018 |
| | 39 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 2 | 1 | 0.012 |
| | 40 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 3.35 | 1 | 0.019 |
| | 41 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1 | 1 | 0.006 |
| | 42 INTERP. CIRCULAR | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 1.57 | 1 | 0.018 |
| | 43 INTERP. CIRCULAR | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 4.71 | 1 | 0.055 |
| | 44 INTERP. CIRCULAR | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 3.14 | 1 | 0.036 |
| | 45 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 30 | 1 | 0.088 |
| | 46 | | | | | | |
| | 47 | | | | | | 1.318 |
| | 48 | | | | | | |
| | 49 | | | | | | |
| | 50 | | | | | | |
| | 51 | | | | | | |
| | 52 | | | | | | |
| | 53 | | | | | | |
| | 54 | | | | | | |
| | 55 | | | | | | |
| | 56 | | | | | | |
| | 57 | | | | | | |
| | 58 | | | | | | |



18 • • • • 25



26 • • • • 28



UNAM

I.M.E.

PIEZA No.: 2

FECHA: SEP. DE 2004

NOMBRE DE LA PIEZA: FILLER

ELABORÓ: N. ALVARADO

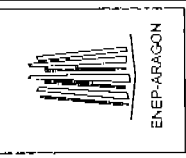
REVISÓ: ING. A. SANCHEZ

MATERIAL: COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA: NATURAL

ACOTACIONES: mm

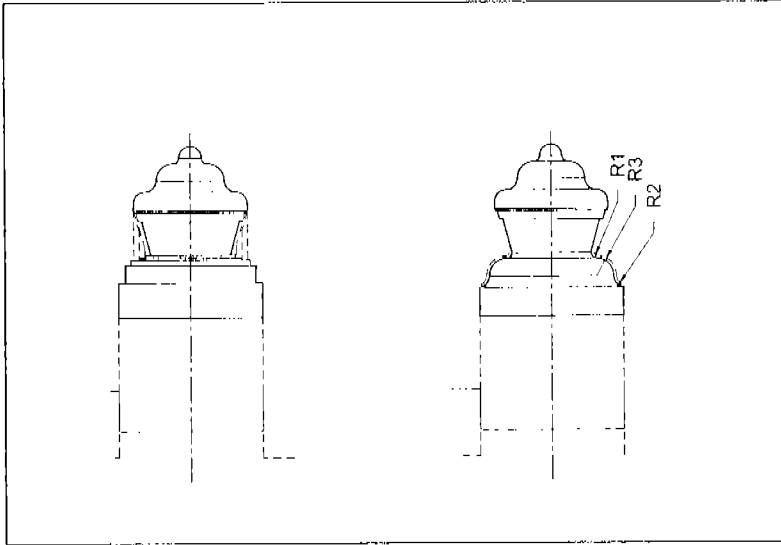
NO. PAG.: 3 DE 7



ENEP-ARAGON

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

MÁQUINA:
EMCO TRONIC TM-02



| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN | # BLOQUE | CÓDIGOS DE PROGRAMA |
|---------------------------------|----------|------------------------------|
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N310 | G01 X7.40 Z0 F0.5 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N320 | G01 X7.40 Z-2.00 F0.5 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N330 | G00 X7.40 Z1.00 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N340 | G01 X0 Z0 F0.5 |
| INTERP. CIRCULAR SENT. ANTI-HOR | N350 | G03 X4.00 Z-2.00 I0 K-2.00 |
| INTERP. CIRCULAR SENT. HORARIO | N360 | G02 X6.00 Z-3.00 I1.00 K0 |
| INTERP. CIRCULAR SENT. ANTI-HOR | N370 | G03 X12.00 Z-6.00 I0 K-3.00 |
| INTERP. CIRCULAR SENT. HORARIO | N380 | G02 X16.00 Z-8.00 I2.00 K0 |
| INTERP. CIRCULAR SENT. ANTI-HOR | N390 | G03 X20.00 Z-10.00 I0 K-2.00 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N400 | G01 X20.00 Z-20.00 F0.5 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N410 | G01 X21.00 Z-20.00 F0.5 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N420 | G00 X20.00 Z-12.00 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N430 | G01 X18.00 Z-17.00 F0.5 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N440 | G01 X18.00 Z-19.50 F0.5 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N450 | G01 X20.00 Z-19.50 F0.5 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N460 | G00 X20.00 Z-15.00 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N470 | G01 X16.00 Z-18.50 F0.5 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N480 | G01 X16.00 Z-19.50 F0.5 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N490 | G01 X20.00 Z-19.50 F0.5 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N500 | G00 X20.00 Z-17.00 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N510 | G01 X14.00 Z-19.00 F0.5 |
| INTERP. CIRCULAR SENT. HORARIO | N520 | G02 X16.00 Z-20.00 I1.00 K0 |
| INTERP. CIRCULAR SENT. ANTI-HOR | N530 | G03 X22.00 Z-23.00 I0 K-3.00 |
| INTERP. CIRCULAR SENT. HORARIO | N540 | G02 X25.4 Z-24.98 I1.98 K0 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N550 | G01 X26.00 Z-24.98 F0.5 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N560 | G00 X30.00 Z1.00 |
| PARO DE HUSILLO | M05 | |
| FIN DE PROGRAMA | M30 | |
| | N570 | |
| | N580 | |
| | N590 | |
| | N600 | |



I.M.E.
PIEZA No.:
2
FECHA:
SEP. 2004

ELABORO:
N. ALVARADO
REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

NOMBRE DE LA PIEZA:
FILLER
MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA:
NATURAL
ACOTACIONES:
mm
NO. PAG.:
5 DE 7

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



ENER-ARAGON

PRACTICA # 3

"USO DEL CICLO ENLATADO DE CILINDRADO".

OBJETIVO:

- 1.- Conocer el uso y ventajas de un ciclo enlatado en operaciones de cilindrado.
 - 2.- Desarrollar habilidad para la interpretación de las funciones en la codificación de programas.
 - 3.- Comparar los códigos en la programación utilizados en:
 - a) Los simuladores EMCO-TRONIC TM-02.
 - b) En el centro de torneado CINCINATTI TC-150.
-

TEORIA:

CICLOS ENLATADOS O REPETITIVOS:

Estos ciclos tienen la particularidad de trabajar una sola operación en un mismo sentido hasta lograr el objetivo establecido.

Por tanto:

Un ciclo de cilindrado facilita que una operación completa de cilindrado sea lograda en un solo bloque del programa especificando la profundidad y la longitud del corte.

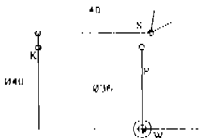
CÓDIGO G84 DE PROGRAMACIÓN EN SIMULADORES EMCO-TRONIC TM02.

G84 CICLO DE CILINDRADO.

En el ciclo de cilindrado hay que programar X(U) antes de Z(W), en otro caso se interpreta este ciclo por el mando como ciclo de refrentado.

Los ciclos de cilindrado y refrentado son geoméricamente iguales. El proceso de movimiento es diferente, sin embargo. Tenga esto en cuenta para excluir colisiones.

EJEMPLO #1

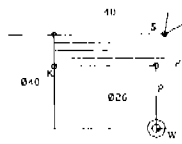


Ciclo de cilindrado sin distribución del corte D3

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X40.000/Z2.000
 N... /G84/X36.000/Z-40.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G00/...
 N... /G84/U-2.000/W 42.000/F...

EJEMPLO #2

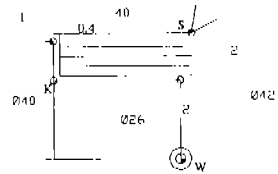


Ciclo de cilindrado con distribución del corte D3. Entrada de D3 en 1/1000 mm

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X40.000/Z2.000
 N... /G84/X26.000/Z-40.000/D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G00/...
 N... /G84/U- / 000/W -42.000/D3=2.000/F...

EJEMPLO #3

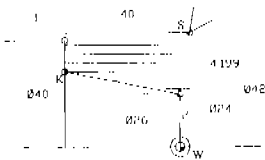


Ciclo de cilindrado con distribución del corte D3 y sobremedida de afinado D0, D2.
 D0... Sobremedida de afinado en dirección X.
 D2... Sobremedida de afinado en dirección Z.
 Entrada de D0, D2 en 1/1000 mm

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X42.000/Z2.000
 N... /G84/X26.000/Z-40.000/
 N... /G00/...
 D0=500/D2=400/D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G84/U- / 000/W -42.000/
 D0=500/D2=400/D3=2.000/F...

EJEMPLO #4

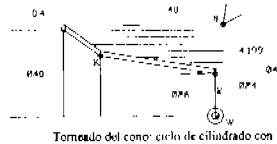


Torneado del cono: ciclo de cilindrado con distribución del corte D3 y medida del cono P0. Entrada de P0 en mm

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X42.000/Z2.000
 N... /G84/X26.000/Z 40.000/P0 4.199
 D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G00/...
 N... /G84/U 2.000/W 42.000/P0 4.199
 D3=2.000/F...

EJEMPLO #5



Torneado del cono: ciclo de cilindrado con distribución del corte D3 y medida del cono P0, P2 y sobremedidas de afinado D0, D2

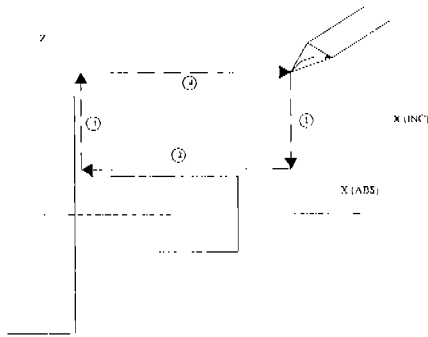
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA
 N... /G00/X42.000/Z2.000
 N... /G84/X26.000/Z 40.000/P0 4.199/
 P2=1.11/D0=500/D2=400/
 D3=2.000/F...

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL
 N... /G00/...
 N... /G84/U-2.000/W 42.000/P0-4.199/
 P2=1.11/D0=500/D2=400/
 D3=2.000/F...

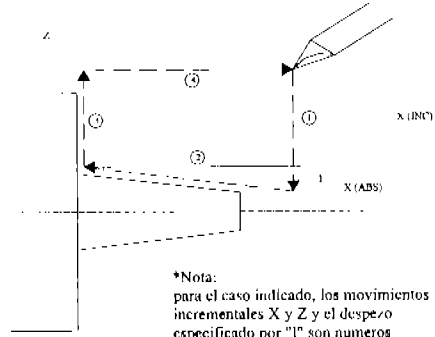
CÓDIGO G 20 DE PROGRAMACIÓN EN CENTRO DE TORNEADO CINCINATTI MOD. TC-150.

CICLO DE TORNEADO (G20).

El control provee dos ciclos fijos para torneado y refrentado simple y cuatro ciclos fijos para la extracción de material de pasos múltiples y acabado de un perfil complejo. El ciclo de torneado básico permite torneado recto o cónico; el ciclo de refrentado permite el corte de una cara recta o cónica. Ambos ciclos realizan un paso sobre el trabajo y regresan al punto inicial. El paso comprende cuatro movimientos en un cuadrilátero simple cerrado.



TORNEADO RECTO



TORNEADO CONICO

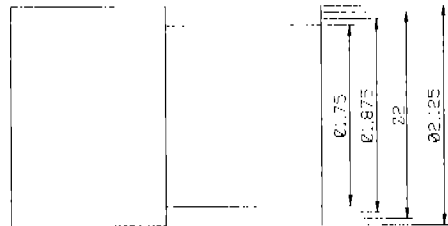
*Nota:
para el caso indicado, los movimientos incrementales X y Z y el despezo especificado por "I" son numeros negativos.

EJEMPLOS TÍPICOS DEL G20.

El ciclo G20 está diseñado para simplificar la programación de pasos repetidos a profundidad en aumento. Ya que G20 es un código G modal, solo es preciso repetir la dimensión X, para lograr múltiples pasos a profundidad en aumento. Por ejemplo, el siguiente programa maquina una superficie en pasos que extraen 0.125 pulgadas de material:

```

N20 G20 X2.125 Z1.5 I0 F200
N30 X2.0
N40 X1.875
N50 X1.75
N60 G0 M2
    
```



Desarrollo:

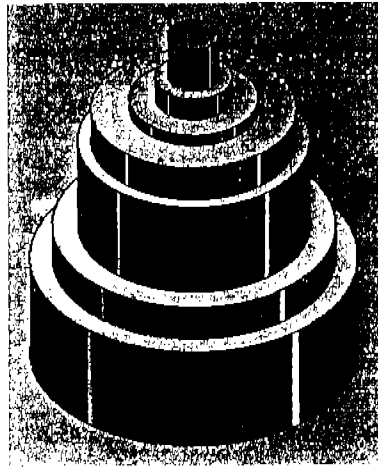
Para efecto de resolver cualquier duda en el manejo de los equipos, se dará pauta a que los instructores del área afin, participen en el procedimiento para la realización de la, práctica y precauciones que se deben observar al manipular la maquinaria.

1.-) Elaborar un programa para los simuladores Emco-tronic, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría deseada.

2.-) Elaborar un programa para el torno semi industrial CINCINATTI TC-150, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría deseada.

***NOTA:**

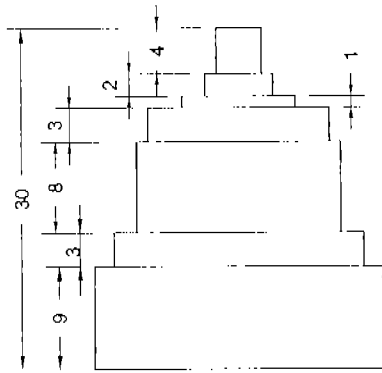
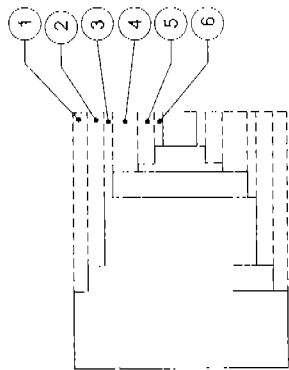
Considerar que las dimensiones acotarán diámetros.



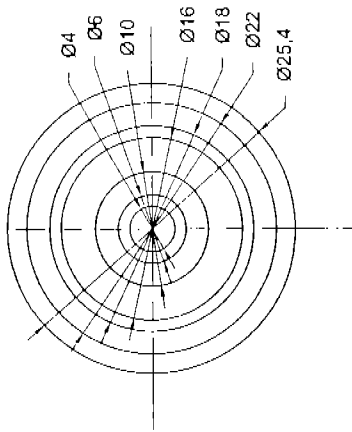
PIEZA # 3

PRACTICA:
3

NOMBRE DE LA PRACTICA:
"USO DEL CICLO ENLATADO DE CILINDRADO"

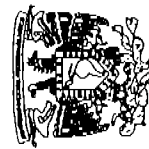


VISTA LATERAL
ESC: INDICADA



VISTA EN PLANTA
ESC: INDICADA

| OPERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|-----------|-------------|
| 1 | CILINDRADO |
| 2 | CILINDRADO |
| 3 | CILINDRADO |
| 4 | CILINDRADO |
| 5 | CILINDRADO |
| 6 | CILINDRADO |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |
| 17 | |
| 18 | |
| 19 | |
| 20 | |
| 21 | |
| 22 | |
| 23 | |
| 24 | |
| 25 | |



UNAM

I.M.E.

PIEZA No.:
3

FECHA:
SEP. 2004

NOMBRE DE LA PIEZA:
CILINDRO

ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA:
2 : 1

ACOTACIONES:
mm

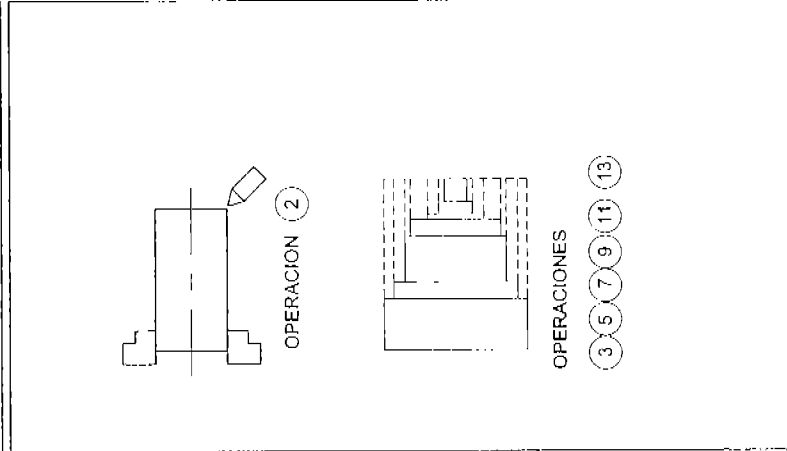
NO. PAG.:
1 DE 4

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



ENEP-ARAGON

MÁQUINA:
CINCINATTI TC-150/EMCO TRONIC TM02



| OPERACIÓN | HTA. DE CORTE | VELOCIDAD DE GIRO (S) [rev/min] | AVANCE (F) [mm/rev] | LONGITUD DE CORTE (Lc) [mm] | # PASADAS | TIEMPO DE CORTE (DESBASTE) [min/corte] |
|-----------|------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|--|
| 1 | ACT. FNES. PREP. | | | | | |
| 2 | UBIC. HTA. | | | | | |
| 3 | CICLO CILINDRADO | 340.15 | 0.5 | 22.00 | 2 | 0.258 |
| 4 | UBIC. HTA. | 340.15 | | 23.00 | 2 | 0.135 |
| 5 | CICLO CILINDRADO | 340.15 | 0.5 | 8.00 | 2 | 0.211 |
| 6 | UBIC. HTA. | 340.15 | | 19.00 | 2 | 0.111 |
| 7 | CICLO CILINDRADO | 340.15 | 0.5 | 16.00 | 1 | 0.084 |
| 8 | UBIC. HTA. | 340.15 | | 17.00 | 1 | 0.099 |
| 9 | CICLO CILINDRADO | 340.15 | 0.5 | 10.00 | 3 | 0.176 |
| 10 | UBIC. HTA. | 340.15 | | 11.00 | 3 | 0.065 |
| 11 | CICLO CILINDRADO | 340.15 | 0.5 | 6.00 | 2 | 0.070 |
| 12 | UBIC. HTA. | 340.15 | | 7.00 | 2 | 0.041 |
| 13 | CICLO CILINDRADO | 340.15 | 0.5 | 4.00 | 1 | 0.235 |
| 14 | | 340.15 | | 5.00 | 1 | 0.176 |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | 1.46 |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |



I.M.E.

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

PIEZA No.: 3

NOMBRE DE LA PIEZA:
CILINDRO

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

FECHA:
SEP. DE 2004

ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

ESCALA:
NATURAL

ACOTACIONES:
mm

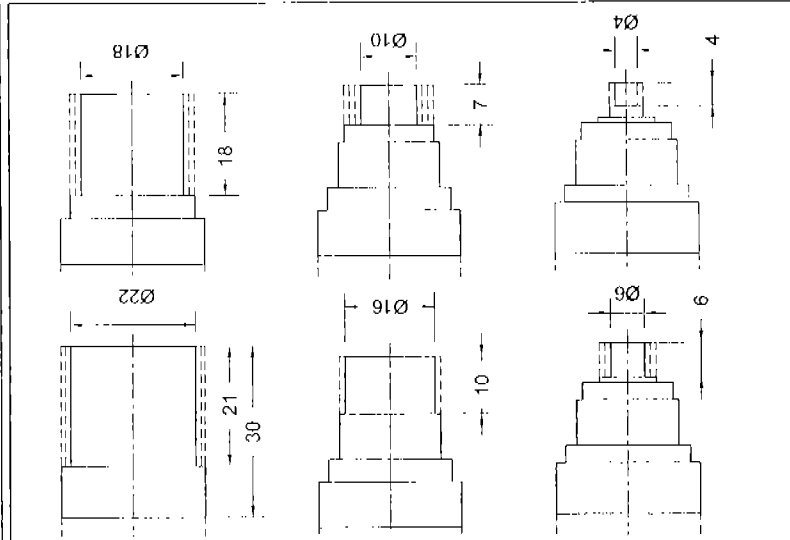
NO. PAG.:
2 DE 4



ENEP-ARAGON

MÁQUINA:

EMCO TRONIC TM-02



DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

ACT. FINES. PREP.

SENTIDO DE GIRO DEL HUSILLO

LLAMADA DE LA HERRAMIENTA

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

INTERPOLACIÓN LINEAL

CICLO DE CILINDRADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE CILINDRADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE CILINDRADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE CILINDRADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE CILINDRADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE CILINDRADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE CILINDRADO

PARO DE HUSILLO

FIN DE PROGRAMA

BLOQUE

N10

N20

N30

N40

N50

N60

N70

N80

N90

N100

N110

N120

N130

N140

N150

N160

N170

N180

N190

N200

N210

N220

N230

N240

N250

N260

N270

N280

N290

N300

CÓDIGOS DE PROGRAMA

G71

G90

G94

G97

S340.15

M03

C

0

T*

M06

X26.00

Z1.00

F0.5

G00

X25.4

Z0

D=1.00

G84

X22.00

Z=21.00

D=1.00

G00

X22.00

Z0

D=1.00

G84

X18.00

Z=16.00

D=1.00

G00

X18.00

Z0

D=1.00

G84

X16.00

Z=10.00

D=1.00

G00

X16.00

Z0

D=1.00

G84

X10.00

Z=7.00

D=1.00

G00

X10.00

Z0

D=1.00

G84

X6.00

Z=5.00

D=1.00

G00

X6.00

Z0

D=1.00

G84

X4.00

Z=4.00

D=1.00

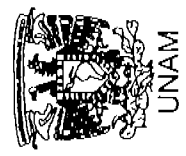
G00

X30.00

Z1.00

M05

M30



I.M.E. LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

PIEZA No.: 3

NOMBRE DE LA PIEZA: CILINDRO

MATERIAL: COLD ROLLED DE Ø1"

FECHA: SEP.2004

ELABORÓ: N. ALVARADO

REVISÓ: ING. A. SANCHEZ

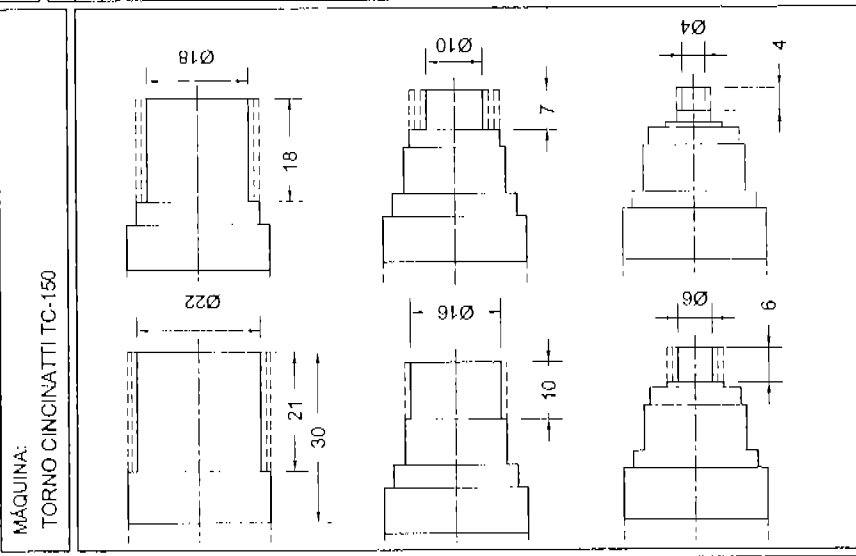
ESCALA: NATURAL

ACOTACIONES: mm

NO. PAG.: 3 DE 4



ENEP-ARAGON



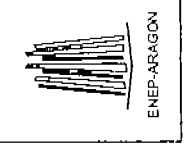
| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN | # BLOQUE | CÓDIGOS DE PROGRAMA |
|-----------------------------|----------|-------------------------|
| ACT. FINES. PREP. | N10 | G71 G90 G94 G97 S340.15 |
| SENTIDO DE GIRO DEL HUSILLO | N20 | M3 |
| LLAMADA DE LA HERRAMIENTA | N30 | M6 0 0 T1 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N40 | G0 X26.00 Z1.00 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N50 | G1 X25.4 Z0 F0.5 |
| CICLO DE CILINDRADO | N60 | G20 X24.00 Z-24.00 F0.5 |
| | N70 | X22.00 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N80 | G0 X22.00 Z0 |
| CICLO DE CILINDRADO | N90 | G20 X20.00 Z-21.00 F0.5 |
| | N100 | X18.00 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N110 | G0 X18.00 Z0 |
| CICLO DE CILINDRADO | N120 | G20 X16.00 Z-10.00 F0.5 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N130 | G0 X16.00 Z0 |
| CICLO DE CILINDRADO | N140 | G20 X14.00 Z-7.00 F0.5 |
| | N150 | X12.00 |
| | N160 | X10.00 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N170 | G0 X10.00 Z0 |
| CICLO DE CILINDRADO | N180 | G20 X8.00 Z-6.00 F0.5 |
| | N190 | X6.00 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N200 | G0 X6.00 Z0 |
| CICLO DE CILINDRADO | N210 | G20 X4.00 Z-4.00 F0.5 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N220 | G0 X30.00 Z1.00 |
| PARO DE HUSILLO | N230 | M5 |
| FIN DE PROGRAMA | N240 | M30 |
| | N250 | |
| | N260 | |
| | N270 | |
| | N280 | |
| | N290 | |
| | N300 | |



I.M.E.
PIEZA No.: 3
FECHA: SEP. 2004
ELABORÓ: N. ALVARADO
REVISÓ: ING. A. SANCHEZ

NOMBRE DE LA PIEZA:
CILINDRO
MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

ACOTACIONES:
mm.
ESCALA:
NATURAL
ACOTACIONES:
mm.
NO. PAG.: 4 DE 4



LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

PRACTICA # 4

"ELABORACIÓN DE RANURAS Y ROSCAS CON CICLOS ENLATADOS".

OBJETIVO:

- 1.- Aplicación de ciclos enlatados en el mecanizado de piezas cilíndricas roscadas.
 - 2.- Realización de ranuras para desahogo de las roscas aplicadas.
 - 3.- Comparar los códigos en la programación utilizados en:
 - a) Los simuladores EMCO-TRONIC TM-02.
 - b) En el centro de torneado CINCINATTI TC-150.
-

TEORIA:

CICLOS ENLATADOS O REPETITIVOS:

Estos ciclos tienen la particularidad de trabajar una sola operación en un mismo sentido hasta lograr el objetivo establecido.

Por tanto:

Un ciclo de roscado facilita que una operación completa de roscado sea lograda en un solo bloque del programa especificando la profundidad, la longitud del corte y la velocidad de avance.

CÓDIGOS G85 Y G86 DE PROGRAMACIÓN EN SIMULADORES EMCO-TRONIC TM02.

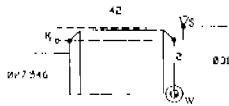
G85 CICLO DE ROSCADO.

GENERALIDADES SOBRE LA ENTRADA DE ROSCA, SALIDA DE ROSCA PARA G85.

En el "comienzo de la rosca" han de acelerar los carros.
Antes del "final de la rosca" han de desacelerar los carros.

En la fase de aceleración y desaceleración nos es constante el paso. Hay que tener en cuenta esto durante la programación, es decir, el proceso de corte mecánico ha de estar dentro del paso constante.

EJEMPLO #1



Ciclo de roscado longitudinal con programación del diámetro del núcleo K, del avance D3, de la profundidad de roca D6 y del paso P. (F se indica paralelamente al eje Z).

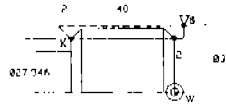
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. . /G00/X31.000/Z2.000
 N. . /G85/XP1.546/Z 42.000/
 D3=600/D6=12//F2.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. . /G00/. . .
 N. . /G85/U 1.72//W=44.000/
 D3=600/D6=1277/F2.000

EJEMPLO #2



Ciclo de roscado longitudinal con programación del diámetro del núcleo K, de la salida de roca P2, del avance D3, del avance de flancos D5, de la profundidad de roca D6 y del paso P. (F se indica paralelamente al eje Z).

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. . /G00/X31.000/Z2.000
 N. . /G85/XP2.546/Z 40.000/P2=-2.000
 D3=600/D5=60/D6=1277/F2.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. . /G00/. . .
 N. . /G85/U=1.727/W=42.000/
 P2=-2.000/D3=600/D5=60/
 D6=1277/F . . .

EJEMPLO #3



Ciclo de roscado longitudinal con programación del diámetro nominal N, de la salida de roca P2, del número de cortes D3, del número de cortes en vacío D4, del avance de flancos D5, de la profundidad de roca D6 y del paso F. (F se indica paralelamente al eje Z)

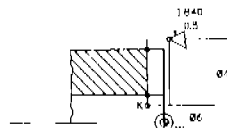
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. . /G00/X31.000/Z2.000
 N. . /G85/X30.000/Z=40.000/
 P2=2.000/D3=6/D4=3/D5=60/
 D6=1277/D7=7/F 2.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. . /G00/. . .
 N. . /G85/U 0.5/W=42.000/
 P2=2.000/D3 6/D4=3/D5=60/
 D6=1277/D7=7/F 2.000

EJEMPLO #4



Ciclo de roscado plano con programación del diámetro del núcleo K, del avance D3, de la profundidad de roca D6 y del paso F. (F se indica paralelamente al eje X).

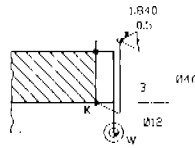
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. . /G00/X40.000/Z0.500
 N. . /G85/Z=1.840/X6.000/
 D3=600/D6=1840/F3.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. . /G00/. . .
 N. . /G85/W=2.340/U=20.000/
 D3=600/D6=1840/F 3.000

EJEMPLO #5



Ciclo de roscado plano con programación del diámetro del núcleo K, de la salida de rosca P0, del avance D3, del avance de flancos D5, de la profundidad de rosca D6 y del paso F, (F se indica paralelamente al eje X).

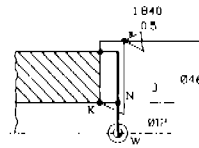
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. . . /G00/X46.000/Z0.500
 N. . . /G85/Z-18.40/X12.000/P0=3.000
 D3=600/D5=60/D6=18.40/F 3.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. . . /G00/ . . .
 N. . . /G85/W 2.340/U-1/ .000/
 P0= 3.000/D3=600/D5=60/
 D6=18.40/F . . .

EJEMPLO #6



Ciclo de roscado longitudinal con programación del diámetro nominal N, de la salida de rosca P0, del número de cortes D3, del número de cortes en vacío D4, del avance de flancos D5, de la profundidad de rosca D6, del parámetro de modalidad D7 y del paso F (F se indica paralelamente al eje Z).

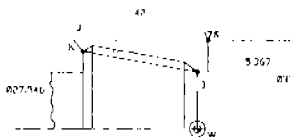
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. . . /G00/X46.000/Z0.500
 N. . . /G85/Z-18.40/X12.000/
 P0=3.000/D3= //D4=3/D5=60/
 D6=18.40/D7 7/F 3.000

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. . . /G00/ . . .
 N. . . /G85/W-0.5/U-1/ .000/
 P0= 3.000/D3= //D4=3/D5=60/
 D6=18.40/D7 //F 3.000

EJEMPLO #7
 ROSCA CONICA 60°45' PASEO 3mm



Ciclo de roscado conico longitudinal con programación del diámetro del núcleo K, de la inclinación del cono P0, de la salida de rosca P2, del número de cortes D3, del número de cortes en vacío D4, del avance de flancos D5, de la profundidad de rosca D6, del parámetro de modalidad D7 y del paso F.

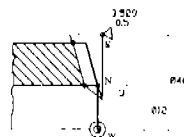
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. . . /G00/X31.000/Z3.000
 N. . . /G85/X27.546/Z-42.000/
 P0=5.36//P2=-3.000/D3=600/
 D4=3/D5=60/D6=18.40/D7=1/
 F . . .

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. . . /G00/ . . .
 N. . . /G05/U 1.727/W 45.000/
 P0 5.36//P2 - 3.000/D3=600/
 D4=3/D5=60/D6=18.40/D7=1/
 F . . .

EJEMPLO #8
 ROSCA CONICA 60°45' PASEO 4mm



Ciclo de roscado conico plano con programación del diámetro nominal N, de la inclinación del cono P2, de la salida de rosca P0, del avance D3, de la profundidad de rosca D6, del parámetro de modalidad D7 y del paso F.

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

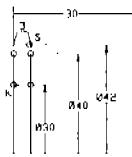
N. . . /G00/X46.000/Z0.500
 N. . . /G85/Z00.000/X12.000/P2=5.529/
 P0=3.000/D3=700/D6 2454/
 D7=P/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. . . /G00/ . . .
 N. . . /G85/W-0.500/U-1/ .000
 P2=5.529/P0=-3.000/D3=700/
 D6=2454/D7=P/F . . .

G86 CICLO DE RANURADO. (EN EL LADO LONGITUDINAL).

EJEMPLO #1



Ciclo de ranurado en el lado longitudinal sin división del corte, hay que programar la anchura de la herramienta D5.
Entrada de D5 en 1/1000mm.

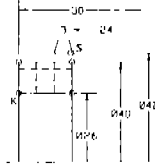
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. /G00/X42.000/Z-27.000
N. /G86/X30.000/Z-27.000/
D5=3000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. /G00/
N. /G86/U-6.000/W-3.000/
D5=3000/F

EJEMPLO #2



Ciclo de ranurado en el lado longitudinal, anchura del ranurado mayor que la anchura de la herramienta D5 y avance por cada corte D3.
Entrada de D3 en 1/1000 mm

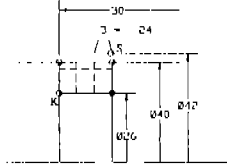
PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. /G00/X42.000/Z-24.000
N. /G86/X26.000/Z-32.000/
D3=1500/D5=3000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

N. /G00/
N. /G86/U-8.000/W-8.000/
D3=1500/D5=3000/F

EJEMPLO #3



Ciclo de ranurado en el lado longitudinal, anchura del ranurado mayor que la anchura de la herramienta D5 y avance por cada corte D3 y tiempo de espera en la base de la ranura D4. Entrada de D4 en 1/10 s.

PROGRAMACIÓN ABSOLUTA

N. /G00/X42.000/Z-24.000
N. /G86/X26.000/Z-32.000/
D3=1500/D4=50/D5=3000/F

PROGRAMACIÓN INCREMENTAL

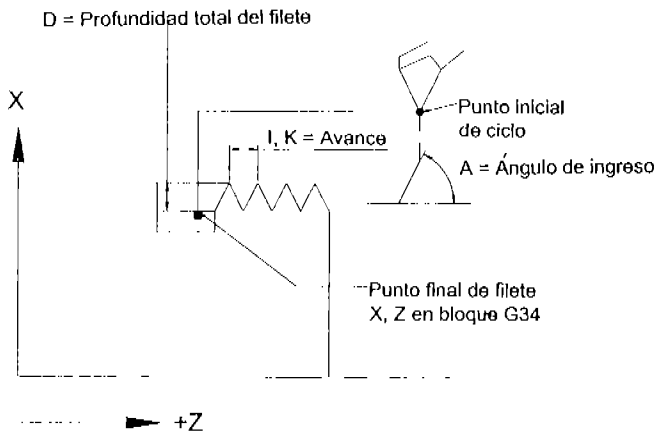
N. /G00/
N. /G86/U-8.000/W-8.000/
D3=1500/D4=50/D5=3000/F

CÓDIGOS G34 y G35 DE PROGRAMACIÓN EN CENTRO DE TORNEADO CINCINATTI MOD. TC-150.

CÓDIGO G34

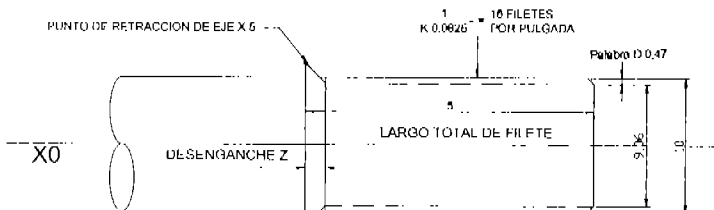
El ciclo G34 de roscado con pasos múltiples automáticamente realiza los pasos múltiples necesarios para cortar un filete.

A continuación se muestran los parámetros de ciclo de fileteado para un filete con torneado recto. El punto inicial y final del ciclo de fileteado es la posición del eje al comienzo del bloque G34. El primer paso de fileteado acelera rápido hacia abajo. Luego avanza el ángulo de ingreso (palabra A). El programa NC debe colocar la herramienta lo suficientemente lejos de la pieza de trabajo permitir que los ejes aceleren antes de comenzar a cortar el filete. El filete se corta en un ángulo definido por las palabras I y K, y termina en un punto final definido por las palabras X y Z. La distancia sobre el punto final es la profundidad de fileteado (palabra D) menos la profundidad de corte del primer paso (palabra P): El ciclo avanza rápido la herramienta alejándola del punto final del filete en X hasta alcanzar la dimensión inicial X, luego avanza los otros ejes rápido al punto inicial.



```

: G0 G97 G70 G62
N10 M6 T10 F200
N20 S500 M3
N30 G1 X4 Z10
N40 G34 X9.06 Z 5.0 K 0.625 C1 A 29 R0.7 D 0.47 P0.02 H 0.002
N50 M2
    
```



Ejemplo de programa de filete recto G34

CICLO DE RANURADO DE (G35).

El ciclo de ranurado de **DE** brinda un método automático para cortar ranuras en el diámetro interior o exterior de la pieza. Las ranuras pueden ser ranuras de inmersión simple, ranuras de inmersión múltiples (para ranuras más anchas que la herramienta ranuradora) y pueden especificarse para que tengan lados cónicos y chaflanes o radios en los vértices superiores y filetes en los vértices inferiores.

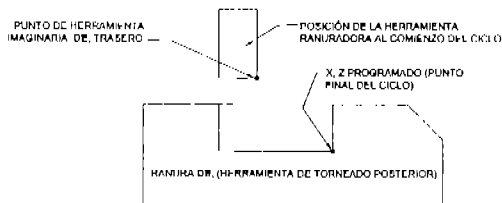
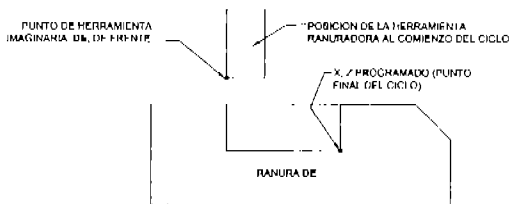
Las ranuras de lados rectos sin chaflanes, radios ni filetes se cortan en uno o más cortes de inmersión, con avance interrumpido opcional para extraer virutas de la ranura.

Antes de invocar el ciclo de ranurado, debe colocarse la herramienta con el punto de herramienta imaginaria de la herramienta ranuradora en el punto inicial del ciclo. La coordenada Z de este punto es la dimensión hacia el lado izquierdo (negativo) de la ranura.

G35 CICLO DE RANURA ÚNICA CON PASO DE ACABADO

```

: G0 G73 G70 G90 X3 Z6 T10 M06
N005 G1 F100 X2 Z5 S500 M3; UBICAR EL PUNTO FINAL DE RANURA
N010 G35 X1.5 Z6 D2 D0.1 E400 F60
:
: CICLO DE RANURA ÚNICA, CON PASO DE ACABADO
: X = FONDO DE RANURA
: Z = POSICIÓN DE FIN DE RANURA (MATERIAL DE
: ACABADO * 2 + ANCHO DE CORTE DE LA HERRAMIENTA)
: D = PROFUNDIDAD DE LA RANURA
: E = TASA DE RETRACCIÓN
: F = TASA DE AVANCE DE PASO DE ACABADO
: K = MATERIAL DE ACABADO (PARA FORZAR PASO DE ACABADO)
: 0.50000 PULGADAS DE ANCHO DE CORTE (DE TABLA DE HERRAMIENTAS)
:
: N020 M30
    
```



CICLO DE RANURADO DE G35

Desarrollo:

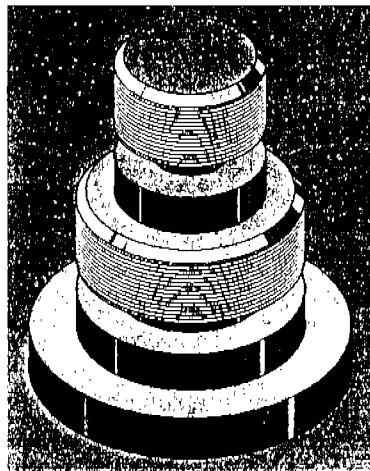
Para efecto de resolver cualquier duda en el manejo de los equipos, se dará pauta a que los instructores del área afín, participen en el procedimiento para la realización de la, práctica y precauciones que se deben observar al manipular la maquinaria.

1.-) Elaborar un programa para los simuladores Emco-tronic TM-02, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría deseada.

2.-) Elaborar un programa para el centro de torneado CINCINATTI TC-150, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría deseada.

***NOTA:**

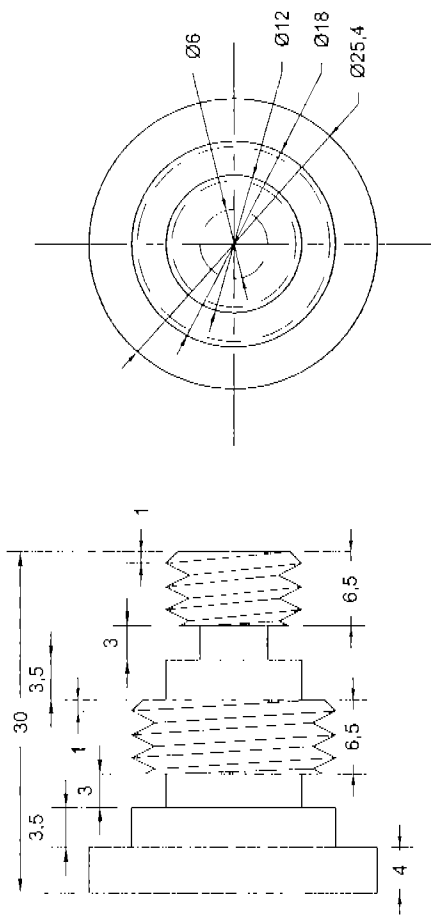
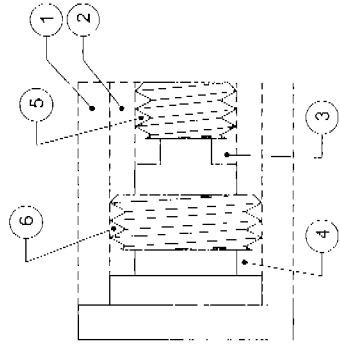
Considerar que las dimensiones acotarán diámetros.



PIEZA # 4

PRACTICA:
4

NOMBRE DE LA PRACTICA:
"ELABORACIÓN DE RANURAS Y ROSCAS CON CICLOS ENLATADOS"



VISTA LATERAL
ESC: INDICADA

VISTA EN PLANTA
ESC: INDICADA

| OPERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|-----------|-------------|
| 1 | CILINDRADO |
| 2 | CILINDRADO |
| 3 | RANURADO |
| 4 | RANURADO |
| 5 | ROSCADO |
| 6 | ROSCADO |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |
| 17 | |
| 18 | |
| 19 | |
| 20 | |
| 21 | |
| 22 | |
| 23 | |
| 24 | |
| 25 | |



I.M.E.

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

PIEZA No.:
4

NOMBRE DE LA PIEZA:
VASTAGO

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

FECHA:
SEP. 2004

ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

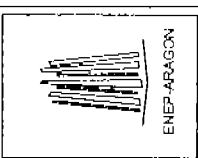
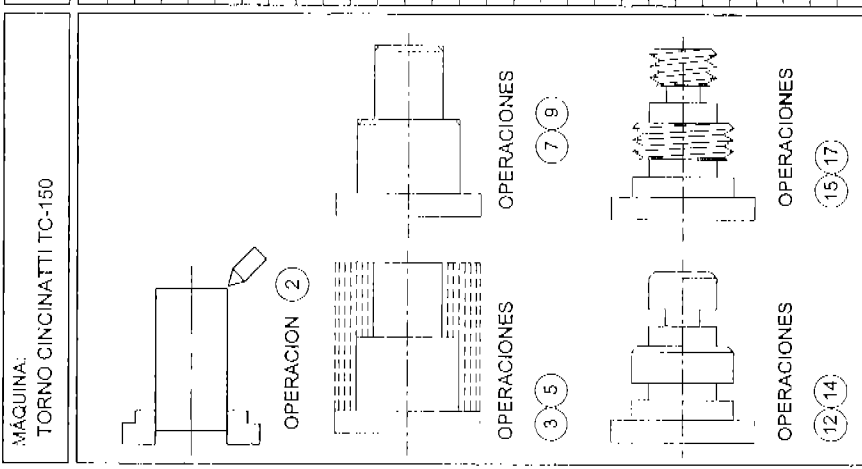
ESCALA:
2 : 1

ACOTACIONES:
mm

NO. PAG.:
1 DE 6



| MÁQUINA: TORNO CINQUINATTI TC-150 | OPERACIÓN | HTA. DE CORTE | VELOCIDAD DE GIRO (S) [rev/min] | AVANCE (F) [mm/rev] | LONGITUD DE CORTE (Lc) [mm] | # PASADAS | TIEMPO DE CORTE (DESBASTE) [min/corte] |
|--------------------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|--|
| | 1 AC. FNES. PREP. | | | | | | |
| | 2 UBIC. HTA. | | | | | | |
| | 3 CICLO CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 26.00 | 4 | 0.153 |
| | 4 UBIC. HTA. | | 340.15 | 0.5 | 3.70 | 1 | 0.070 |
| | 5 CICLO CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 13.00 | 3 | 0.076 |
| | 6 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 100.00 | 1 | 0.294 |
| | 7 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1.41 | 1 | 0.008 |
| | 8 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 12.00 | 1 | 0.035 |
| | 9 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1.41 | 1 | 0.008 |
| | 10 CAMBIO HTA. | | 340.15 | | 100.00 | 1 | 0.294 |
| | 11 CICLO RANURADO | T2 = RANURA | 340.15 | 0.25 | 4.00 | 1 | 0.047 |
| | 12 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 12.00 | 1 | 0.035 |
| | 13 CICLO RANURADO | T2 = RANURA | 340.15 | 0.25 | 4.00 | 1 | 0.047 |
| | 14 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 100.00 | 1 | 0.294 |
| | 15 C.C.O. ROSCADO | T3= ROSCA | 340.15 | 0.25 | 4.00 | 2 | 0.047 |
| | 16 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 12.00 | 1 | 0.035 |
| | 17 CICLO ROSCADO | T3= ROSCA | 340.15 | 0.25 | 4.00 | 2 | 0.047 |
| | | | | | | | 2.37 |



LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

NOMBRE DE LA PIEZA:
VÁSTAGO

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA:
NATURAL

ACOTACIONES:
mm

NO. PAG.:
2 DE 6

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

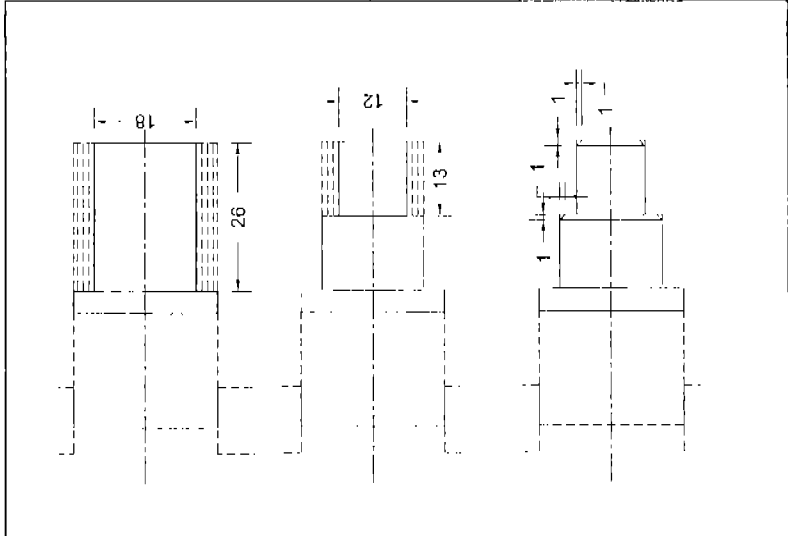
ELABORÓ:
N. ALVARADO

PIEZA No.:
4

FECHA:
SEP. DE 2004



MÁQUINA:
EMCO TRONIC TM-02



| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN | | # BLOQUE | CÓDIGOS DE PROGRAMA | | | | |
|-----------------------------|--|----------|---------------------|--------|----------|---------|---------|
| ACT. FINES. PREP. | | | G71 | G90 | G94 | G97 | S340.15 |
| SENTIDO DE GIRO DEL HUSILLO | | N10 | | | | | |
| LLAMADA DE LA HERRAMIENTA | | N20 | | | | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N30 | | 0 | 0 | T | |
| CICLO DE CILINDRADO | | N40 | G00 | X26.00 | Z1.00 | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N50 | G84 | X18.00 | Z-26.00 | D=1.00 | |
| CICLO DE CILINDRADO | | N60 | G00 | X18.00 | Z1.00 | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N70 | G84 | X12.00 | Z-19.00 | D=1.00 | |
| CICLO DE CILINDRADO | | N80 | G00 | X12.00 | Z1.00 | | |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N90 | G01 | X10.00 | Z0 | | |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N100 | G01 | X12.00 | Z-1.00 | | |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N110 | G01 | X12.50 | Z-1.00 | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N120 | G00 | X16.00 | Z-12.50 | | |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N130 | G01 | X16.00 | Z-13.00 | | |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N140 | G01 | X18.00 | Z-14.00 | | |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N150 | G01 | X19.00 | Z-14.00 | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N160 | G00 | X30.00 | Z100.00 | | |
| APAGAR HUSILLO | | N170 | M05 | | | | |
| CAMBIO DE HERRAMIENTA | | N180 | M06 | 0 | 0 | T2 | |
| ENCENDER HUSILLO | | N190 | M03 | | | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N200 | G00 | X16.00 | Z-9.500 | | |
| CICLO DE RANURADO | | N210 | G96 | X6.00 | Z-6.500 | D5=2.00 | F0.25 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N220 | G00 | X20.00 | Z-8.00 | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N230 | G00 | X20.00 | Z-22.500 | | |
| CICLO DE RANURADO | | N240 | G96 | X14.00 | Z-19.500 | D5=2.00 | F0.25 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N250 | G00 | X30.00 | Z100.00 | | |
| APAGAR HUSILLO | | N260 | M05 | | | | |
| CAMBIO DE HERRAMIENTA | | N270 | M06 | 0 | 0 | T3 | |
| ENCENDER HUSILLO | | N280 | M03 | | | | |
| | | N290 | | | | | |
| | | N300 | | | | | |



I.M.E.

PIEZA No.:
4

FECHA:
SEP.2004

ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

NOMBRE DE LA PIEZA:
VÁSTAGO

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA:
NATURAL

ACOTACIONES:
mm

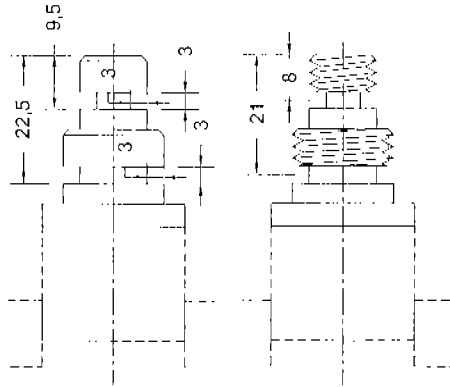
NO. PAG.:
3 DE 6

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



ENEP-ARAGON

MÁQUINA:
EMCO TRONIC TM-02



DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

INTERPOLACIÓN LINEAL
CICLO DE ROSCADO
UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA
CICLO DE ROSCADO
UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA
APAGAR HUSILLO
FIN DE PROGRAMA

BLOQUE

- N310
- N320
- N330
- N340
- N350
- N360
- N370
- N380
- N390
- N400
- N410
- N420
- N430
- N440
- N450
- N460
- N470
- N480
- N490
- N500
- N510
- N520
- N530
- N540
- N550
- N560
- N570
- N580
- N590
- N600

CÓDIGOS DE PROGRAMA

| | | | |
|-----|--------|---------|-------|
| G01 | X12.00 | Z1.00 | F0.25 |
| G85 | X8.40 | Z-8.00 | D4= 2 |
| G00 | X18.00 | Z+13.00 | |
| G85 | X14.40 | Z-21.00 | D4= 2 |
| G00 | X30.00 | Z+00.00 | |
| M05 | | | |
| M30 | | | |

| | | | | |
|--|--|--|----------|----------|
| | | | D5 = 60° | D6= 3.60 |
| | | | D5 = 60° | D6= 3.60 |



I.M.E.

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

PIEZA No.:
4

FECHA:
SEP. 2004

NOMBRE DE LA PIEZA:
VASTAGO

ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A SANCHEZ

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA:
NATURAL

ACOTACIONES:
mm.

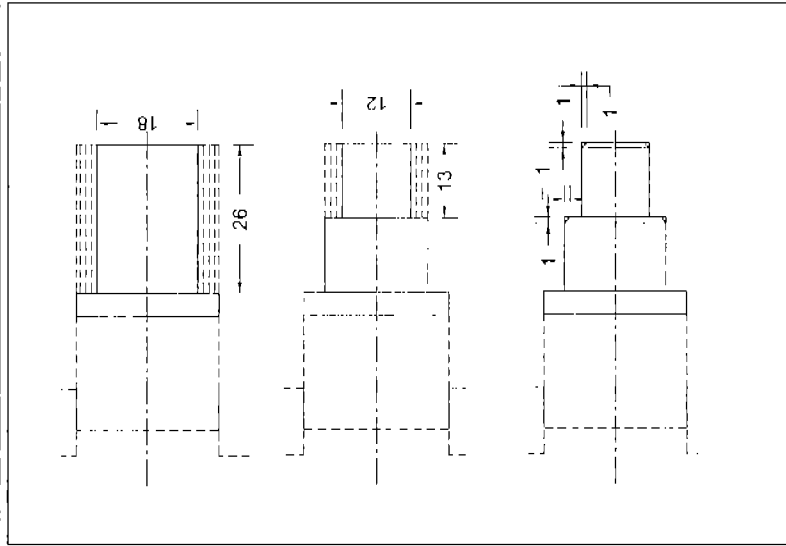
NO. PAG.:
4 DE 6



ENEP-ARAGON

MÁQUINA:

TORNO CINQUINATTI TC-150



DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

ACT. FINES. PREP.

SENTIDO DE GIRO DEL HUSILLO

LLAMADA DE LA HERRAMIENTA

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE CILINDRADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE CILINDRADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

INTERPOLACIÓN LINEAL

INTERPOLACIÓN LINEAL

INTERPOLACIÓN LINEAL

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

INTERPOLACIÓN LINEAL

INTERPOLACIÓN LINEAL

INTERPOLACIÓN LINEAL

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

APAGAR HUSILLO

CAMBIO DE HERRAMIENTA

ENCENDER HUSILLO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE RANURADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE RANURADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CÓDIGOS DE PROGRAMA

G71 S340.15

M3 G97

M6 0 T1

G0 X26.00 Z1.00

G20 X24.00 Z-26.00

X22.00

X20.00

X18.00 Z0

G0 X18.00 Z0

G20 X16.00 Z-26.00

X14.00

X12.00

G0 X12.00 Z1.00

G1 X10.00 Z0

G1 X12.00 Z-1.00

G1 X12.5 Z-1.00

G0 X16.00 Z-2.50

G1 X16.00 Z-3.00

G1 X18.00 Z-4.00

G1 X19.00 Z-4.00

G0 X30.00 Z100.00

M5 0 T2

M6 0

M3 X16.00 Z-9.50

G35 X6.00 Z-6.50 D3.00 E50 K0.2 F0.25

G0 X20.00 Z-8.00

G0 X20.00 Z-22.50

G35 X12.00 Z-19.50 D6.00 E50 K0.2 F0.25

G0 X30.00 Z100.00

BLOQUE

N10

N20

N30

N40

N50

N60

N70

N80

N90

N100

N110

N120

N130

N140

N150

N160

N170

N180

N190

N200

N210

N220

N230

N240

N250

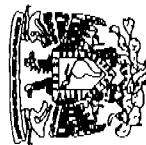
N260

N270

N280

N290

N300



UNAM

I.M.E.

PIEZA No.:

4

FECHA:

SEP 2004

ELABORÓ:

N. ALVARADO

REVISÓ:

ING. A. SANCHEZ

NOMBRE DE LA PIEZA:

VASTAGO

MATERIAL:

COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA:

NATURAL

ACOTACIONES:

mm

NO. PAG.:

5 DE 6

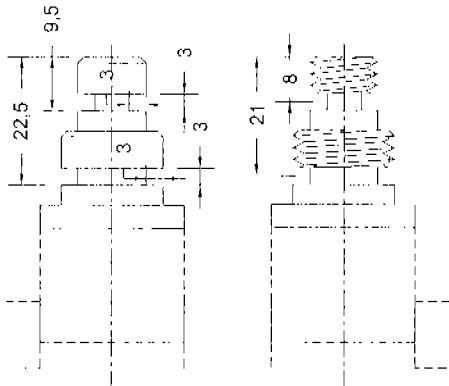
LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



ENEP-PARAGON

MÁQUINA:

TORNO CINCINATTI TC-150



DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

APAGAR HUSILLO

CAMBIO DE HERRAMIENTA

ENCENDER HUSILLO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE ROSCADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

CICLO DE ROSCADO

UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

APAGAR HUSILLO

FIN DE PROGRAMA

BLOQUE

N310

N320

N330

N340

N350

N360

N370

N380

N390

N400

N410

N420

N430

N440

N450

N460

N470

N480

N490

N500

N510

N520

N530

N540

N550

N560

N570

N580

N590

N600

CÓDIGOS DE PROGRAMA

M5

M6

M3

G0

G34

G0

G34

G0

M5

M30

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

PRACTICA # 5

“EJERCICIO FINAL DE PROGRAMACIÓN”.

OBJETIVO:

- 1.- Aplicar los conocimientos adquiridos en los laboratorios de diseño y manufactura de la ENEP-ARAGON.
 - 2.- Elaboración de un programa en la que se ejecuten las diversas funciones de los códigos de programación aplicables a los simuladores EMCO TRONIC TM-02 y al centro de torneado CINCINATTI TC-150.
-

TEORIA:

Es en este punto en el que sentimos la necesidad de aplicar los conocimientos y ampliar nuestro panorama de estudio, mediante los parámetros de control que se nos han mostrado para predecir y provocar los resultados en la maquinación de piezas que se fabricaran, y que debemos estar capacitados para afrontar retos que se presenten en nuestra vida de labor profesional.

El hablar de saber controlar una máquina de CNC, no implica que nosotros tengamos que manejar tal máquina, sin embargo, debemos tener conciencia que es de nuestra incumbencia poder dar una solución en el aprovechamiento de este tipo de recursos.

De antemano, se recuerda al lector que es importante tener presentes las precauciones que se deben considerar al manejar este tipo de maquinaria, las cuales no representan un valor insignificante, sino por el contrario, las pérdidas que representan para el dueño de una maquinaria de este tipo si no se maneja de forma adecuada, si no se le saca el mayor provecho posible y sobre todo el saber como explotar este recurso, es responsabilidad de nosotros establecer parámetros a seguir ante tales situaciones.

Desarrollo:

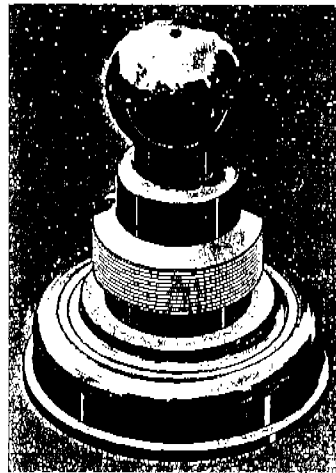
Para efecto de resolver cualquier duda en el manejo de los equipos, se dará pauta a que los instructores del área afín, participen en el procedimiento para la realización de la, práctica y precauciones que se deben observar al manipular la maquinaria.

1.-) Elaborar un programa para los simuladores Emco-tronic TM-02, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría deseada.

2.-) Elaborar un programa para el centro de torneado CINCINATTI TC-150, que defina las trayectorias de la herramienta, para la obtención de una geometría deseada.

***NOTA:**

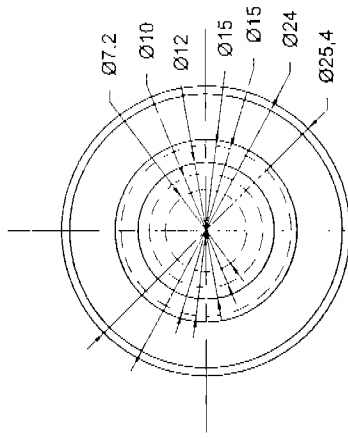
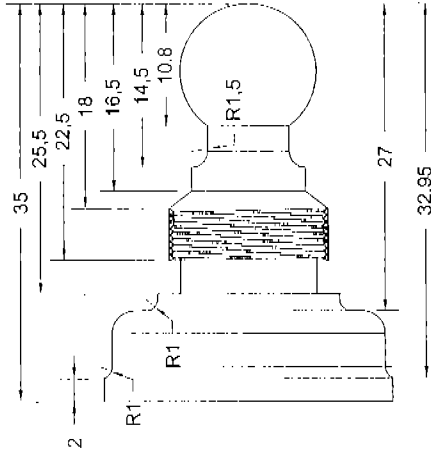
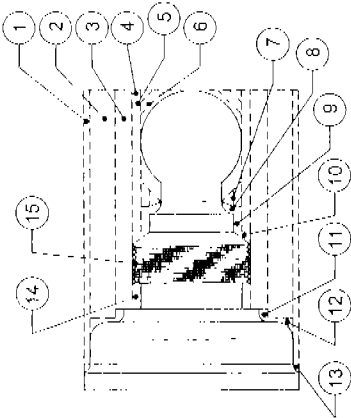
Considerar que las dimensiones acotarán diámetros.



PIEZA # 5

PRACTICA:
5

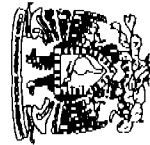
NOMBRE DE LA PRACTICA:
"EJERCICIO FINAL DE PROGRAMACIÓN"



VISTA LATERAL
ESC: INDICADA

VISTA EN PLANTA
ESC: INDICADA

| OPERACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|-----------|-----------------|
| 1 | CILINDRADO |
| 2 | CILINDRADO |
| 3 | CILINDRADO |
| 4 | CILINDRADO |
| 5 | CILINDRADO |
| 6 | CILINDRADO |
| 7 | CILINDRADO |
| 8 | INTER? CIRCULAR |
| 9 | CILINDRADO |
| 10 | CHAFLAN |
| 11 | INTER? CIRCULAR |
| 12 | INTER? CIRCULAR |
| 13 | INTER? CIRCULAR |
| 14 | RANURADO |
| 15 | ROSCADO |
| 16 | |
| 17 | |
| 18 | |
| 19 | |
| 20 | |
| 21 | |
| 22 | |
| 23 | |
| 24 | |
| 25 | |



UNAM

I.M.E.

PIEZA No.:
5

NOMBRE DE LA PIEZA:
ALFIL

FECHA:
SEP. 2004

ELABORÓ
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

MATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA:
2:1

ACOTACIONES:
mm

NO. PAG.:
1 DE 7

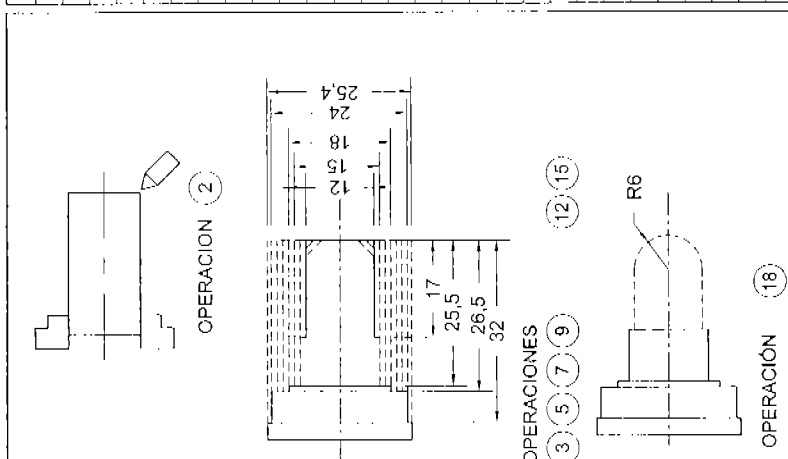
LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

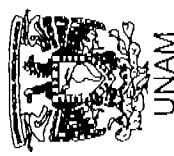


ENER-ARAGON

5 "EJERCICIO FINAL DE PROGRAMACION" MAQUINA: CINCINATTI TC-150/EMCO


| OPERACION | HTA. DE CORTE | VELOCIDAD DE GIRO (S) [rev/min] | AVANCE (F) [mm/rev] | LONGITUD DE CORTE (Lc) [mm] | # PASADAS | TIEMPO DE CORTE (DESBASTE) [min/corte] |
|---------------------|---------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------|--|
| 1 ACT. FKES. PREP. | | | | | | |
| 2 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 32.00 | 1 | 0.188 |
| 3 CICLO CILINDRADO | | 340.15 | | 1.41 | 1 | 0.004 |
| 4 UBIC. HTA. | T' = DER. | 340.15 | 0.5 | 26.5 | 3 | 0.467 |
| 5 CICLO CILINDRADO | | 340.15 | | 3.00 | 1 | 0.008 |
| 6 UBIC. HTA. | T' = DER. | 340.15 | 0.5 | 25.5 | 2 | 0.296 |
| 7 CICLO CILINDRADO | | 340.15 | | 2.00 | 1 | 0.005 |
| 8 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 17.00 | 1 | 0.099 |
| 9 CICLO CILINDRADO | | 340.15 | | 1.41 | 1 | 0.004 |
| 10 UBIC. HTA. | | 340.15 | 0.5 | 1.73 | 1 | 0.005 |
| 11 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 2.00 | 1 | 0.011 |
| 12 CHAPLAN | | 340.15 | 0.5 | 2.41 | 1 | 0.007 |
| 13 UBIC. HTA. | | 340.15 | | 3.00 | 1 | 0.008 |
| 14 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 4.00 | 1 | 0.023 |
| 15 CHAPLAN | | 340.15 | | 3.83 | 1 | 0.011 |
| 16 UBIC. HTA. | | 340.15 | 0.5 | 6.06 | 1 | 0.017 |
| 17 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 9.42 | 1 | 0.055 |
| 18 INTERP. CIRCULAR | | 340.15 | | 4.00 | 1 | 0.023 |
| 19 UBIC. HTA. | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1.41 | 1 | 0.008 |
| 20 CILINDRADO | T' = DER. | 340.15 | 0.5 | 6.00 | 1 | 0.035 |
| 21 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | | 1.50 | 1 | 0.004 |
| 22 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 5.50 | 1 | 0.032 |
| 23 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 2.92 | 1 | 0.017 |
| 24 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1.50 | 1 | 0.086 |
| 25 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1.00 | 1 | 0.006 |
| 26 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.5 | 1.50 | 1 | 0.008 |
| 27 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | | 1.72 | 1 | 0.006 |
| 28 CILINDRADO | T1 = DER. | 340.15 | 0.25 | 2.35 | 1 | 0.027 |
| 29 INTERP. CIRCULAR | | | | | | |





UNAM

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



ENEP-ARAGON

PIEZA NO.: 5

FECHA: SEP. DE 2004

NOMBRE DE LA PIEZA: ALFIL

ELABORÓ: N. ALVARADO

REVISÓ: ING. A. SANCHEZ

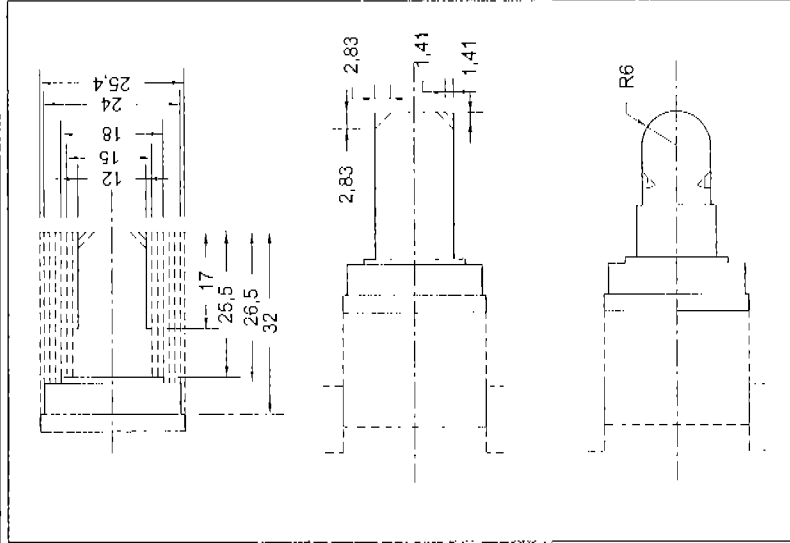
MATERIAL: COLD ROLLED DE Ø1"

ESCALA: NATURAL

ACOTACIONES: mm

NO. PAG.: 2 DE 7

MÁQUINA:
EMCO TRONIC TM-02



| # BLOQUE | DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN | CÓDIGOS DE PROGRAMA |
|----------|-----------------------------|-----------------------------------|
| N10 | ACT. FMS. PREP. | G71 G90 G94 G97 S340.15 |
| N20 | SENTIDO DE GIRO DEL HUSILLO | M03 |
| N30 | LLAMADA DE LA HERRAMIENTA | 0 0 T1 |
| N40 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G00 X26.00 Z1.00 |
| N50 | CICLO DE CILINDRADO | G84 X24.00 Z-32.00 D=1.00 F0.5 |
| N60 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G00 X24.00 Z0 |
| N70 | CICLO DE CILINDRADO | G84 X18.00 Z-26.50 D=1.00 F0.5 |
| N80 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G00 X18.00 Z0 |
| N90 | CICLO DE CILINDRADO | G84 X14.00 Z-25.00 D=1.00 F0.5 |
| N100 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G00 X14.00 Z0 |
| N110 | CICLO DE CILINDRADO | G84 X12.00 Z-16.50 D=1.00 F0.5 |
| N120 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G00 X12.00 Z-1.00 |
| N130 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X10.00 Z0 F0.5 |
| N140 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G01 X12.00 Z-1.00 F0.5 |
| N150 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G00 X12.00 Z-1.00 |
| N160 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X8.00 Z0 F0.5 |
| N170 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X12.00 Z-2.00 F0.5 |
| N180 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X12.00 Z1.00 F0.5 |
| N190 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X0 Z0 F0.5 |
| N200 | INTERPOLACIÓN CIRCULAR | G03 X12.00 Z-6.00 I0 K-6.00 F0.25 |
| N210 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X12.00 Z-10.00 F0.5 |
| N220 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X10.00 Z-11.00 F0.5 |
| N230 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X10.00 Z-16.00 F0.5 |
| N240 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X12.50 Z-16.00 F0.5 |
| N250 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G00 X12.50 Z-10.50 |
| N260 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X8.00 Z-12.00 F0.5 |
| N270 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X8.00 Z-12.50 F0.5 |
| N280 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X10.00 Z-12.50 F0.5 |
| N290 | UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | G00 X12.00 Z-10.00 |
| N300 | INTERPOLACIÓN LINEAL | G01 X7.00 Z-13.00 F0.5 |



UNAM

I.M.E.

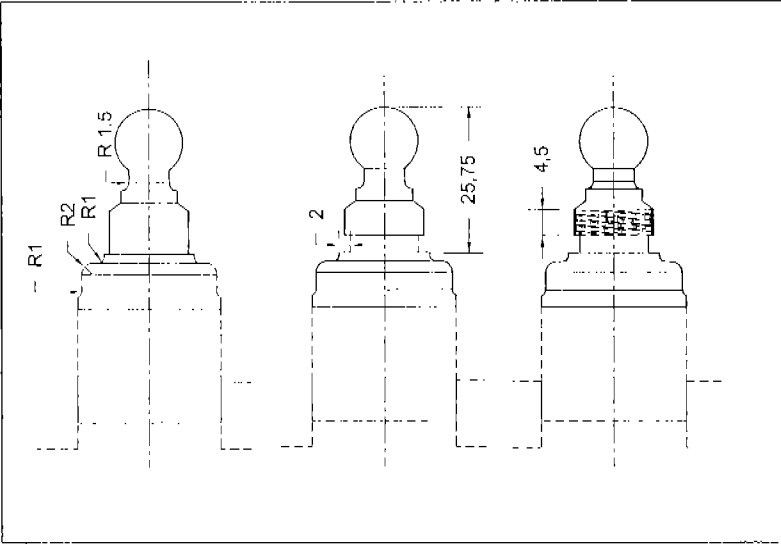
PIEZA No.:
5FECHA:
SEP.2004NOMBRE DE LA PIEZA:
ALFILELABORÓ:
N. ALVARADOREVISÓ:
ING. A. SANCHEZMATERIAL:
COLD ROLLED DE Ø1"ACOTACIONES:
mmNO. PAG.:
4 DE 7

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



ENEP-ARAZÓN

MÁQUINA:
EMCO TRONIC TM4-02



| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN | # BLOQUE | CÓDIGOS DE PROGRAMA | | | | | |
|-----------------------------|----------|---------------------|--------|---------|---------|--------|---------------|
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | N310 | G02 | X10.00 | Z-14.00 | I1.50 | K0 | F0.25 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N320 | G01 | X10.00 | Z-16.00 | F0.5 | | |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N330 | G01 | X14.50 | Z-16.00 | F0.5 | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N340 | G00 | X16.00 | Z-24.50 | | | |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N350 | G01 | X*6.00 | Z25.00 | F0.5 | | |
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | N360 | G02 | X20.00 | Z27.00 | I1.50 | K0 | F0.25 |
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | N370 | G03 | X24.00 | Z-29.00 | I0 | K-1.00 | F0.25 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N380 | G01 | X24.00 | Z-32.00 | F0.5 | | |
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | N390 | G02 | X26.00 | Z-33.00 | I1.00 | K0 | F0.25 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N400 | G00 | X30.00 | Z100.00 | | | |
| HUSILLO APAGADO | N410 | M05 | | | | | |
| CAMBIO DE HERRAMIENTA | N420 | M06 | 0 | 0 | T2 | | |
| HUSILLO ENCENDIDO | N430 | M03 | | | | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N440 | G00 | X18.00 | Z-25.00 | | | |
| CICLO DE RAJURADO | N450 | G86 | X12.00 | Z25.75 | D5=2.00 | F0.25 | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N460 | G00 | X18.00 | Z-24.00 | | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N470 | G00 | X30.00 | Z100.00 | | | |
| HUSILLO APAGADO | N480 | M05 | | | | | |
| CAMBIO DE HERRAMIENTA | N490 | M06 | 0 | 0 | T3 | | |
| HUSILLO ENCENDIDO | N500 | M03 | | | | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N510 | G00 | X14.00 | Z-17.00 | | | |
| CICLO DE ROSCADO | N520 | G85 | X10.40 | Z-23.50 | D4=2.00 | D5=60° | D6=3.60 F0.25 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N530 | G00 | X18.00 | Z-23.00 | | | |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N540 | G00 | X30.00 | Z100.00 | | | |
| HUSILLO APAGADO | N550 | M05 | | | | | |
| FIN DE PROGRAMA | N560 | M30 | | | | | |
| | N570 | | | | | | |
| | N580 | | | | | | |
| | N590 | | | | | | |
| | N600 | | | | | | |



I.M.E.
PIEZA No.: 5
FECHA: SEP. 2004
ELABORÓ N. ALVARADO

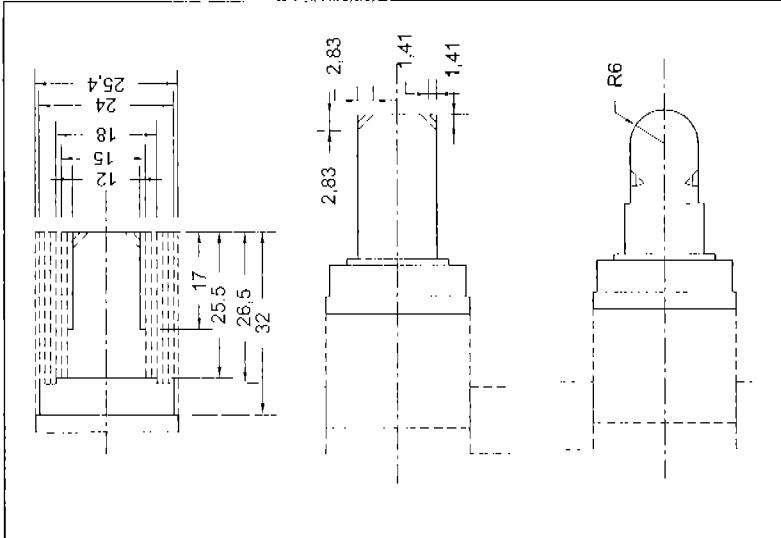
REVISÓ: ING. A SANCHEZ

MATERIAL: COLD ROLLED DE Ø1"
ESCALA: NATURAL
ACOTACIONES: mm
NO. PAG.: 5 DE 7



LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA

MÁQUINA:
TORNO CINCINATTI TC-150



| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN | | # BLOQUE |
|-----------------------------|--|----------|
| ACT. FINES. PREP. | | N10 |
| SENTIDO DE GIRO DEL HUSILLO | | N20 |
| LLAMADA DE LA HERRAMIENTA | | N30 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N40 |
| CICLO DE CILINDRADO | | N50 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N60 |
| | | N70 |
| | | N80 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N90 |
| | | N100 |
| | | N110 |
| | | N120 |
| | | N130 |
| | | N140 |
| | | N150 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N160 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N170 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N180 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N190 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N200 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N210 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N220 |
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | | N230 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N240 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N250 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N260 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N270 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | | N280 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N290 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | | N300 |

| CÓDIGOS DE PROGRAMA | | | | |
|---------------------|--------|---------|--------|---------|
| G71 | G90 | G94 | G97 | S340.15 |
| M3 | | | | |
| M6 | 0 | 0 | T1 | |
| G0 | X25.00 | Z1.00 | | |
| G20 | X24.00 | Z-32.00 | F0.5 | |
| G0 | X24.00 | Z0 | | |
| G20 | X22.00 | Z-26.50 | F0.5 | |
| | X20.00 | | | |
| | X18.00 | | | |
| G0 | X16.00 | Z0 | | |
| G20 | X16.00 | Z-25.00 | F0.5 | |
| | X14.00 | | | |
| G0 | X14.00 | Z0 | | |
| G20 | X12.00 | Z-16.50 | F0.5 | |
| G0 | X12.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X10.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X12.00 | Z-1.00 | F0.5 | |
| G0 | X12.00 | Z1.00 | | |
| G1 | X8.00 | Z0 | F0.5 | |
| G1 | X12.00 | Z-2.00 | F0.5 | |
| G1 | X12.00 | Z1.00 | F0.5 | |
| G1 | X0 | Z0 | F0.5 | |
| G3 | X12.00 | Z-6.00 | P=6.00 | |
| G1 | X12.00 | Z-0.00 | F0.5 | |
| G1 | X10.00 | Z-11.00 | F0.5 | |
| G1 | X10.00 | Z-6.00 | F0.5 | |
| G1 | X12.50 | Z-16.00 | F0.5 | |
| G0 | X12.50 | Z-10.50 | | |
| G1 | X8.00 | Z-12.00 | F0.5 | |
| G1 | X8.00 | Z-12.50 | F0.5 | |



I.M.E.

PIEZA No.: 5
FECHA: SEP.2004

NOMBRE DE LA PIEZA:
ALFIL
ELABORÓ:
N. ALVARADO

REVISÓ:
ING. A. SANCHEZ

ESCALA:
NATURAL

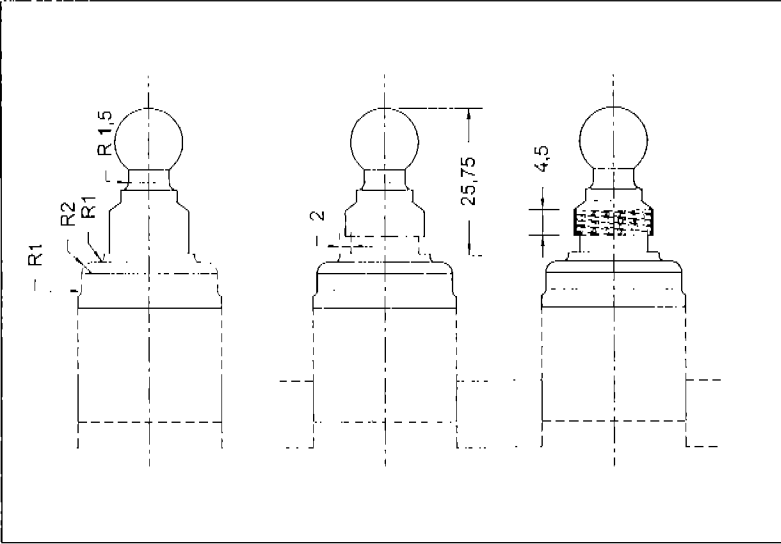
ACOTACIONES:
mm

NO. PAG.:
6 DE 7

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA



MÁQUINA:
TORNO CINCOINATTI TC-150



| DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN | # BLOQUE |
|-----------------------------|----------|
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N310 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N320 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N330 |
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | N340 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N350 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N360 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N370 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N380 |
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | N390 |
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | N400 |
| INTERPOLACIÓN LINEAL | N410 |
| INTERPOLACIÓN CIRCULAR | N420 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N430 |
| HUSILLO APAGADO | N440 |
| CAMBIO DE HERRAMIENTA | N450 |
| HUSILLO ENCENDIDO | N460 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N470 |
| CICLO DE RANURADO | N480 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N490 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N500 |
| HUSILLO APAGADO | N510 |
| CAMBIO DE HERRAMIENTA | N520 |
| HUSILLO ENCENDIDO | N530 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N540 |
| CICLO DE ROSCADO | N550 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N560 |
| UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA | N570 |
| HUSILLO APAGADO | N580 |
| F N DE PROGRAMA | N590 |
| | N600 |

| CÓDIGOS DE PROGRAMA | |
|---------------------|---|
| G1 | X10.00 Z-12.50 F0.5 |
| G0 | X12.00 Z-10.00 |
| G1 | X7.00 Z-13.00 F0.5 |
| G2 | X10.00 Z-14.00 P=7.50 |
| G1 | X10.00 Z-16.00 F0.5 |
| G1 | X14.50 Z-18.00 F0.5 |
| G0 | X16.00 Z-24.50 |
| G1 | X18.00 Z-25.00 F0.5 |
| G2 | X20.00 Z-27.00 P=2.00 |
| G3 | X24.00 Z-29.00 P=2.00 |
| G1 | X24.00 Z-32.00 F0.5 |
| G2 | X26.00 Z-33.00 P=2.00 |
| G0 | X30.00 Z-100.00 |
| M5 | |
| M6 | 0 0 T2 |
| M3 | |
| G0 | X18.00 Z-25.00 |
| G35 | X12.00 Z-25.75 D3.00 E50.00 K0.2 F0.25 |
| G0 | X18.00 Z-23.00 |
| G0 | X30.00 Z100.00 |
| M5 | |
| M6 | 0 0 T2 |
| M3 | |
| G0 | X-4.00 Z-7.00 |
| G34 | X10.40 Z-23.50 K2.11 A=29° D3.60 PD.1 F0.25 |
| G0 | X-8.00 Z-23.00 |
| G0 | X30.00 Z100.00 |
| M5 | |
| M30 | |



I.M.E.
PIEZA No.: 5
FECHA: SEP. 2004
ELABORÓ: N. ALVARADO

LABORATORIO DE DISEÑO Y MANUFACTURA
MATERIAL: COLD ROLLED DE Ø1"
ESCALA: NATURAL
REVISÓ: ING. A. SANCHEZ



ACOTACIONES: mm
NO. PAG.: 7 DE 7

CONCLUSIONES

- 1.-) Es importante conocer las capacidades de las máquinas herramienta convencionales, para poder tener un comparativo preciso y confiable contra una máquina herramienta de accionamiento por control numérico, dado que esto sustentará el por qué de un posible cambio a la automatización en la planta productiva.

 - 2.-) Actualmente no podemos pensar en producción y competitividad si no contamos con esquemas que generen la mejora continua. Ser más exactos, fabricar menos piezas defectuosas, usar la tecnología que actúe como un verdadero facilitador para nuestras tareas, son retos comunes en la planta moderna.

 - 3.-) Entender, elaborar e interpretar un programa de C.N.C. (Control Numérico Computarizado), para controlar el funcionamiento de una máquina con C.N.C., garantiza la correcta aplicación de tal tecnología y explotarla en un sin fin de ventajas productivas.

 - 4.-) Gracias a que los avances en el campo de computación se integran a la maquinaria industrial, se pueden garantizar:
 - Procesos repetitivos.
 - Reducción de tiempos.
 - Mayor productividad.
 - Mejor calidad, etc.

 - 5.-) Hoy día los equipos CNC con la ayuda de los lenguajes conversacionales y los sistemas CAD/CAM, permiten a las empresas producir con mucha mayor rapidez y calidad sin necesidad de tener personal altamente especializado.

 - 6.-) Es importante percibir las necesidades de la industria en México, nosotros como ingenieros mecánicos, debido a la demanda de profesionistas que exploten las capacidades del C.N.C. y que ello a su vez genere ganancias, que es lo que en verdad hace prevalecer la existencia y competitividad de una empresa y generar así de esta manera el desarrollo de uno mismo como profesionista.

 - 7.-) El uso racional y adecuado de las máquinas herramienta con control numérico constituirá un esfuerzo decidido de nuestra industria manufacturera para resistir y afrontar los embates incontrolables que impone la industria extranjera a la nacional, y liberará a esta de la desigual competencia internacional.
-

8.-) El crecimiento de la competencia en el mercado laboral y la reducción en la demanda de personal no tan calificado, hace más difícil el desarrollo de un profesionalista, por ello, debemos esforzarnos al máximo para alcanzar nuestras metas y también procurar no quedarnos rezagados en cuanto a capacidad y conocimiento de conceptos usados en el crecimiento de las necesidades de las empresas, y al ritmo de crecimiento que estas demandan.

9.-) Después de analizar el trabajo, se notará claramente, la gran ventaja que representa el uso de las máquinas con control numérico en la manufactura de piezas de todas las formas y tamaños, sin embargo, un grave problema para las empresas, es que el programador de este tipo de máquina es un ingeniero y le cuesta mucho a tales empresas.

Cuando el operador común, es hábil y se presta a tomar el mando de la máquina, es siempre también respaldado por un ingeniero, esto también cuesta mucho a las empresas, porque los ingenieros regularmente se niegan a ser operadores de las máquinas, debido a que consideran que son actividades no aptas para ellos. Sin embargo la inversión que estos empresarios hacen en la obtención, mantenimiento y explotación de estos recursos representan muchas veces la multiplicación de dicha inversión.

BIBLIOGRAFIA

1.-) OPERACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

Steve F. Krar.
Ed: Mc Graw Hill.

2.-) FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA, MATERIALES, PROCESOS Y SISTEMAS.

Mikell P. Groover.
Ed: Prentice Hall .

3.-) TECNOLOGÍA DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.

Steve F. Krar / Albert F. Check.
Ed: Alfa-Omega.

4.-) EL CONTROL NUMÉRICO EN LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.

Juan González Núñez.
Ed: Continental.

5.-) GUÍA DEL CONTROL NUMÉRICO.

R. Intartaglia / P. Lccoq.
Ed: Paraninfo.

6.-) CAD-CAM.

Barry Hawkes.
Ed: Paraninfo.

7.-) MANUAL DE PROGRAMACIÓN EMCO-TRNIC TM02 (TORNEADO).

Ed: 91-5 SP4 247

8.-) MANUAL PARA EL CENTRO DE TORNEADO CINCINATTI TC-150.

9.-) FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR -- CAM.

Rafael Ferre Masip.
Ed: Continental.

CÓDIGOS "G" PREPARATORIOS DE USO COMÚN.**ANEXO A-1**

| Grupo | Código G | Función. |
|-------|----------|---|
| 01 | G00 | Posicionamiento rápido. |
| 01 | G01 | Interpolación lineal. |
| 01 | G02 | Interpolación circular en el sentido de las manecillas del reloj. |
| 01 | G03 | Interpolación circular en el sentido contrario de las manecillas del reloj. |
| 00 | G04 | Descanso. |
| 00 | G10 | Ajuste de excentricidad. |
| 02 | G17 | Selección plano XY. |
| 02 | G18 | Selección plano ZX. |
| 02 | G19 | Selección plano YZ. |
| 06 | G20 | Entrada en pulgadas (pulg). |
| 06 | G21 | Entrada métrica (mm) |
| 00 | G27 | Verificación de regreso a puntos de referencia. |
| 00 | G28 | Regreso a punto de referencia. |
| 00 | G29 | Regreso del punto de referencia. |
| 07 | G40 | Cancelación de compensación del cortador. |
| 07 | G41 | Compensación cortador izquierda. |
| 07 | G42 | Compensación cortador derecha. |
| 08 | G43 | Compensación long. herramienta en dirección positiva. |
| 08 | G44 | Compensación long. herramienta en dirección negativa. |
| 08 | G49 | Cancelación de compensación de longitud de la herramienta. |
| 09 | G80 | Cancelación de ciclo enlatado. |
| 09 | G81 | Ciclo de taladro, perforación de marcado. |
| 09 | G82 | Ciclo de taladro, contrataladrado. |
| 09 | G83 | Ciclo de taladro peck |
| 09 | G84 | Ciclo de machuelcado |
| 09 | G85 | Ciclo de barrenado #1. |
| 09 | G86 | Ciclo de barrenado #2. |
| 09 | G87 | Ciclo de barrenado #3. |
| 09 | G88 | Ciclo de barrenado #4. |
| 09 | G89 | Ciclo de barrenado #5. |
| 03 | G90 | Programación absoluta. |
| 03 | G91 | Programación incremental. |
| 00 | G92 | Ajuste del punto cero del programa. |
| 05 | G94 | Avance por minuto. |

CÓDIGOS “M” MISCELÁNEOS DE USO COMÚN.**ANEXO A-2**

| Código | Función |
|--------|--|
| M00 | Paro del programa. |
| M01 | Paro opcional. |
| M02 | Fin de programa. |
| M03 | Arranque del husillo (sentido de las manecillas del reloj). |
| M04 | Arranque del husillo (sentido contrario de la manecillas del reloj). |
| M05 | Paro del husillo. |
| M06 | Cambio de la herramienta. |
| M07 | Niebla de refrigerante activada. |
| M08 | Chorro de refrigerante activado. |
| M09 | Refrigerante desactivado. |
| M19 | Orientación del husillo. |
| M30 | Fin de la cinta (regreso a principio de la memoria). |
| M48 | Liberación de la cancelación. |
| M49 | Cancelación. |
| M98 | Transferencia de subprograma. |
| M99 | Transferencia a programa principal (fin de subprograma). |

FLUIDOS PARA CORTE.

ANEXO A-4

Un fluido para corte es un líquido o gas que se aplica directamente a la operación de maquinado para mejorar el desempeño del corte. Los dos problemas principales que atienden los fluidos para corte son: (1) la generación de calor en las zonas de corte y fricción y (2) fricción en las interfases herramienta-viruta y herramienta-trabajo. Además de la remoción del calor y la reducción de la fricción, los fluidos para corte brindan beneficios adicionales como: remover las virutas (especialmente en esmerilado), reducir la temperatura de la parte de trabajo para un manejo más fácil, disminuir las fuerzas de corte y los requerimientos de potencia, mejorar la estabilidad dimensional de la parte del trabajo y optimizar el acabado superficial.

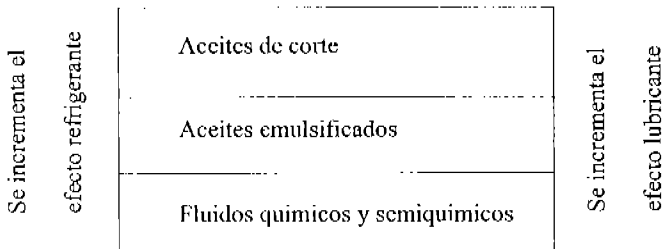
FUNCIONES DE LOS FLUIDOS PARA CORTE. De acuerdo con la generación de calor y fricción hay dos categorías generales de fluidos para corte: (1) refrigerantes, (2) lubricantes. Los refrigerantes, son fluidos para corte diseñados para reducir los efectos del calor en las operaciones de maquinado. Tienen efecto limitado sobre la magnitud de energía calorífica generada durante el corte, pero extraen el calor que se genera, de esta manera se reduce la temperatura de la herramienta y de la pieza de trabajo, y ayuda a prolongar la vida de la herramienta de corte. La capacidad que tiene un fluido para corte de reducir la temperatura del maquinado depende de sus propiedades térmicas.

Por lo general, los refrigerantes son soluciones o emulsiones en agua debido a que esta tiene propiedades térmicas ideales para estos fluidos para corte.

Los lubricantes son fluidos basados generalmente en aceite (por sus buenas propiedades lubricantes), formulados para reducir la fricción en las interfases herramienta- viruta y herramienta-trabajo. Los fluidos lubricantes de corte operan por lubricación de presión extrema, una forma especial de lubricación en el límite.

Los fluidos para procesos de corte tipo lubricante son más efectivos a velocidades bajas de corte; tienden a perder su efectividad a altas velocidades, arriba de 400 pies/min. (120m/min) debido a que el movimiento de la viruta a estas velocidades previene que el fluido para corte alcance la interfase herramienta- viruta. Además de las altas temperaturas de corte que generan estas velocidades, los aceites se vaporizan antes de que puedan lubricar. Las operaciones de maquinado como el taladrado y el roscado se benefician por lo general de los lubricantes.

FORMULACIÓN QUÍMICA DE LOS FLUIDOS PARA CORTE. Hay tres categorías básicas para fluidos para corte de acuerdo con su formulación química: (1) aceites de corte, (2) aceites emulsificados y (3) fluidos químicos y semiquímicos. Las características de las tres categorías y de sus aplicaciones se resumen en el siguiente esquema:



LOS ACEITES DE CORTE. Son fluidos basados en aceites derivados del petróleo, de origen animal, marino o vegetal. Los aceites minerales son los principales debido a su abundancia y sus características favorables en general. Para lograr la máxima capacidad de lubricación se combinan frecuentemente todos los tipos de aceite en un mismo líquido. También se mezclan aditivos químicos para incrementar las cualidades lubricantes. Estos aditivos contienen compuestos de azufre, fósforo o cloro y se diseñan para reaccionar químicamente con la superficie de la herramienta y de la viruta para formar películas sólidas (lubricación por presión extrema), que ayudan a evitar el contacto entre metal y metal.

LOS ACEITES EMULSIFICADOS. Son fluidos que forman suspensiones de pequeñas gotas de aceite en agua. El fluido se hace mezclando aceite (mineral por lo general) en agua, y se utiliza un agente emulsificante para promover la mezcla y la estabilidad de la emulsión. Una relación típica entre agua y aceite es de 30:1. Se usan frecuentemente aditivos químicos basados en azufre, cloro y fósforo para promover la lubricación a presión extrema. Debido a que contienen aceite y agua, los aceites emulsificantes combinan las cualidades de lubricación y refrigeración en un solo fluido para corte.

LOS FLUIDOS QUÍMICOS. Son sustancias químicas disueltas en agua, más que aceites emulsificados en agua. Las sustancias químicas disueltas son compuestos de azufre, cloro y fósforo y agentes humectantes. Las sustancias químicas se destinan a suministrar algún grado de lubricación a la solución. Los fluidos químicos tienen buenas propiedades refrigerantes, pero sus cualidades lubricantes son menores que las de los otros tipos de fluidos. Los fluidos semiquímicos son fluidos químicos que contienen pequeñas cantidades de aceite emulsificado para incrementar las características lubricantes del fluido de corte.