

No Adq. H59753

No. Título _____

Clas. 670.0202

M538p

Universidad Autónoma de Querétaro
Campus San Juan del Río
Facultad de Ingeniería
Área Electromecánica

Prácticas para Procesos de Manufactura II

Manual de Prácticas

Que para obtener el título de

Ingeniero Electromecánico

Presenta

Manuel Mendieta Urías
Juan Primo Benitez Rangel

San Juan del Río, Qro., a 12 de marzo de 1999



ACUERDO 36704/98
MAYO 19/1998

C. MANUEL MENDIETA URIAS,
PRESENTE:

En relación a su solicitud al H. Consejo Académico del pasado 17 de marzo del presente año, me permito informarle que en sesión ordinaria 19 de mayo del año en curso, el M. en C. Aurelio Domínguez González, envió a este cuerpo colegiado la carta de aceptación como Director de elaboración de **Manual de Prácticas**, de la materia **Procesos de Manufactura II** y el protocolo correspondiente, para titularse por esta opción. El trabajo deberá realizarlo dentro de un período de dos años a partir de la fecha en que adquirió la calidad de pasante.

El contenido aceptado por el H. Consejo Académico es el siguiente:

UNIDAD I Máquinas Herramientas Convencionales

- 1.1 Marco Teórico
- 1.2 Máquinas Herramientas convencionales
 - 1.2.1 Taladro
 - 1.2.2 Torno
 - 1.2.3 Cepillo
 - 1.2.4 Fresadora
- 1.3 Prácticas en manufactura de piezas con máquinas herramientas convencionales.

UNIDAD II Fresadora CNC EZ-TRAK-SX

- 2.1 Características técnicas de la máquina
- 2.2 Controles básicos y operación
- 2.3 Modo do event
- 2.4 Modo MDI
- 2.5 Ejemplos de programación resueltos
- 2.6 Prácticas propuestas de programación



UNIDAD III Fresadpra CNC VMC-100

- 3.1 Características técnicas
- 3.2 Comandos de programación G.
 - 3.2.1 Funciones M
 - 3.2.2 Parámetros P
 - 3.2.3 Parámetros D
- 3.3 Ejercicios de programación resueltos
- 3.4 Prácticas propuestas de programación

UNIDAD IV Torno CNC EMCOTURN 120P

- 4.1 Características técnicas
- 4.2 Comandos de programación G.
 - 4.2.1 Funciones M
 - 4.2.2 Parámetros P
 - 4.2.3 Parámetros D
- 4.3 Ejercicios de programación resueltos
- 4.4 Prácticas propuestas de programación

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

- T. BAUMEISTER, E. AVALLONE, T. BAUMEITER III; *Manuál de Ingeniero Mecánico*, Tomo III, MC. Graw Hill, 1989.
- *Mechinery's Handbook*; Industrial Press
- B. H. AMSTEAD, PH. F. OSTWALD, M.L. BEGEMAN; *Procesos de Manufactura Versión SI*; CECSA, 1981.
- *EZ-TRAL SX Programing and Operations Manual*, Bridgeport, 1993.
- *Prácticas de Taller Mecánico*, CEAC, Barcelona 1972.
- *Manual de Programación*, para Torno EMCOTURN 120P, EMCO, AUSTRIA.
- *Manual de Programación para Fresa VMC-100*, EMCO, AUSTRIA.
- KIBBE, RICHARD R. *Máquinas Herramientas, Ciencia y Técnica*, México, 1993.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería

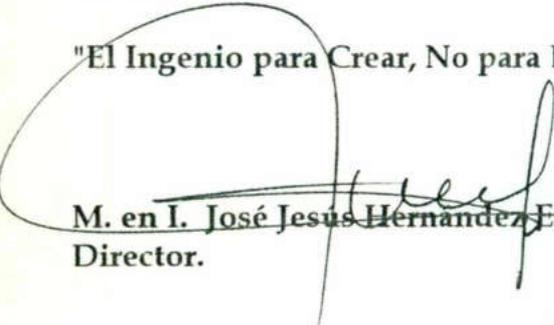


- R. FERRE, Como programar un Control Numérico, Barcelona Marcombo, 1988.

También hago de su conocimiento las disposiciones de nuestra Facultad, en el sentido de que antes del Examen Profesional deberá cumplir los requisitos de nuestra Legislación y que el presente oficio se imprima en todos los ejemplares de su manual de prácticas.

Atentamente

"El Ingenio para Crear, No para Destruir"



M. en I. José Jesús Hernández Espino,
Director.

c.c.p. M. C. Aurelio Domínguez González
Archivo.



ACUERDO 36703/98
MAYO 19/1998

**C. JUAN PRIMO BENITEZ RANGEL,
PRESENTE:**

En relación a su solicitud al H. Consejo Académico del pasado 17 de marzo del presente año, me permito informarle que en sesión ordinaria 19 de mayo del año en curso, el M. en C. Aurelio Domínguez González, envió a este cuerpo colegiado la carta de aceptación como Director de elaboración de **Manual de Prácticas**, de la materia **Procesos de Manufactura II** y el protocolo correspondiente, para titularse por esta opción. El trabajo deberá realizarlo dentro de un período de dos años a partir de la fecha en que adquirió la calidad de pasante.

El contenido aceptado por el H. Consejo Académico es el siguiente:

UNIDAD I Máquinas Herramientas Convencionales

- 1.1 Marco Teórico
- 1.2 Máquinas Herramientas convencionales
 - 1.2.1 Taladro
 - 1.2.2 Torno
 - 1.2.3 Cepillo
 - 1.2.4 Fresadora
- 1.3 Prácticas en manufactura de piezas con máquinas herramientas convencionales.

UNIDAD II Fresadora CNC EZ-TRAK-SX

- 2.1 Características técnicas de la máquina
- 2.2 Controles básicos y operación
- 2.3 Modo do event
- 2.4 Modo MDI
- 2.5 Ejemplos de programación resueltos
- 2.6 Prácticas propuestas de programación



UNIDAD III Fresadpra CNC VMC-100

- 3.1 Características técnicas
- 3.2 Comandos de programación G.
 - 3.2.1 Funciones M
 - 3.2.2 Parámetros P
 - 3.2.3 Parámetros D
- 3.3 Ejercicios de programación resueltos
- 3.4 Prácticas propuestas de programación

UNIDAD IV Torno CNC EMCOTURN 120P

- 4.1 Características técnicas
- 4.2 Comandos de programación G.
 - 4.2.1 Funciones M
 - 4.2.2 Parámetros P
 - 4.2.3 Parámetros D
- 4.3 Ejercicios de programación resueltos
- 4.4 Prácticas propuestas de programación

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

- T. BAUMEISTER, E. AVALLONE, T. BAUMEITER III; *Manuál de Ingeniero Mecánico*, Tomo III, MC. Graw Hill, 1989.
- *Mechinery's Handbook*; Industrial Press
- B. H. AMSTEAD, PH. F. OSTWALD, M.L. BEGEMAN; *Procesos de Manufactura Versión SI*; CECSA, 1981.
- *EZ-TRAL SX Programing and Operations Manual*, Bridgeport, 1993.
- *Prácticas de Taller Mecánico*, CEAC, Barcelona 1972.
- *Manual de Programación*, para Torno EMCOTURN 120P, EMCO, AUSTRIA.
- *Manual de Programación para Fresa VMC-100*, EMCO, AUSTRIA.
- KIBBE, RICHARD R. *Máquinas Herramientas*, Ciencia y Técnica, México, 1993.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería



- R. FERRE, Como programar un Control Numérico, Barcelona Marcombo, 1988.

También hago de su conocimiento las disposiciones de nuestra Facultad, en el sentido de que antes del Examen Profesional deberá cumplir los requisitos de nuestra Legislación y que el presente oficio se imprima en todos los ejemplares de su manual de prácticas.

Atentamente

"El Ingenio para Crear, No para Destruir"

M. en I. José Jesús Hernández Espino,
Director.

c.c.p. M. en C. Aurelio Domínguez González
Archivo.

Índice

Introducción	1
I Máquinas herramienta convencionales	
1.1 Marco teórico	4
1.2 Taladro	6
1.3 Torno	9
1.4 Cepillo de codo	12
1.5 Fresadora	15
1.6 Prácticas en manufactura de piezas con máquinas herramienta convencionales.	17
II Fresadora CN EZ - TRAK SX	
2.1 Fresa EZ - TRAK	34
2.2 Controles básicos y operación	37
2.3 Operación DO EVENT	39
2.4 Usando los comandos DO EVENT	42
2.5 Operación MDI	60
2.6 Ejercicio de programación resuelto	70
2.7 Prácticas propuestas de programación	80
III Fresadora CNC VMC 100 EMCO	
3.1 Características técnicas de la fresadora VMC 100	85
3.2 Comandos de programación G	86
3.2.1 Funciones M	88
3.2.2 Parámetros P	90
3.2.3 Parámetros D	91
3.2.4 Direcciones y dimensiones de entrada	92
3.3 Descripción de comandos para programación de la fresadora VMC 100	93
3.4 Ejercicios de programación resueltos	119
3.5 Prácticas propuestas de programación	134

IV Torno CNC EMCOTURN 120P	
4.1 Características técnicas del torno EMCO TURN 120P	139
4.2 Funciones G	140
4.2.1 Funciones M	141
4.2.2 Parámetros D	142
4.2.3 Direcciones y sus dimensiones de entrada	143
4.3 Descripción de los comandos de programación G	144
4.4 Ejercicios de programación resueltos	168
4.5 Prácticas propuestas de programación	181
Conclusiones	185
Apéndice 1	186
Apéndice 2	190
Apéndice 3	193
Apéndice 4	194
Apéndice 5	195
Apéndice 6	196
Apéndice 7	197
Bibliografía	198

Introducción

En nuestra sociedad industrializada y mecanizada en alto grado, nos encontramos rodeados de muchas maravillas mecánicas. Estos dispositivos son tan comunes que existe la tendencia a no pensar siquiera como surgieron. Los adelantos tecnológicos se han sucedido con tal rapidez en los años recientes, que en menos de un siglo la humanidad ha aprendido a volar, ha explorado los océanos más profundos y ha iniciado la exploración del espacio cósmico.

Estos logros de la técnica no hubieran sido posibles si los seres humanos no hubieran aprendido a extraer los metales del planeta en el que viven, y después, a darles forma para convertirlos en productos útiles. Por otra parte, el labrado de los metales es esencial para la extracción o la creación de muchos otros materiales no metálicos que son igualmente importantes para la integración de todos los herrajes de la técnica. Si bien el labrado de los metales se ha efectuado desde los tiempos remotos, es sólo la historia reciente la que registra su desarrollo en la tecnología con fundamentos científicos.

En la actualidad, la necesidad por automatizar los procesos de la industria es cada vez más grande, y al hablar de automatizar, se habla, no solamente de máquinas sino de procesos. Por lo que se debe hacer conciencia de aplicar nuevos métodos de producción encaminados a reducir los tiempos en procesos de producción maximizando con ello las utilidades, y mejorando la calidad del producto.

Para hacer frente a esta creciente necesidad tecnológica es necesario introducir en los procesos de manufactura máquinas que sean capaces de detectar errores y poderlos comunicar a tiempo al operario. Además de establecer una mejor comunicación hombre-máquina. Siendo estas las máquinas de control numérico por computadora (CNC) y quien mejor para implementar esta tecnología que los profesionistas del futuro. en lo que a ingeniería se refiere.

Uno de los principales problemas que actualmente se observa es el poco tiempo que se asigna a laboratorios comparado con la gran cantidad de información que los alumnos tienen que asimilar en las aulas. Por esta razón se desarrolló un manual que concentra una gran cantidad de información y, al mismo tiempo, propone ejercicios y prácticas especialmente diseñadas, que permitan al estudiante obtener el máximo aprovechamiento de los equipos disponibles en el laboratorio, teniendo como resultado los objetivos del curso de una manera ordenada y sistemática.

El desarrollo del presente **Manual de Prácticas**, permitirá al alumno un mejor aprovechamiento en el uso y operación de máquinas herramientas convencionales o manuales, así como la programación y operación de equipos de control numérico disponibles en el laboratorio; permitiendo así, que los alumnos del área electromecánica egresen debidamente capacitados en la operación de este tipo de equipos y les permita integrarse inmediatamente al sector productivo.

En el presente trabajo se inicia con las máquinas herramienta convencionales para las cuales se preparan algunas prácticas cuidadosamente diseñadas para que el alumno utilice todas las máquinas y herramientas existentes. En los últimos tres capítulos se muestran algunas prácticas resueltas para que el alumno asimile rápidamente la estructuración de programas CNC y posteriormente se proponen otros ejercicios para que el alumno ponga en práctica todos los comandos posibles del control numérico para cada máquina existente.

Es conveniente mencionar que la ejecución de las prácticas sugeridas en el presente manual requieren de la supervisión y asesoría del profesor, para la seguridad del alumno y el correcto uso del equipo.

Se agradece al M. en C. Aurelio Domínguez González por su apoyo y desinteresada participación en la dirección de este trabajo y a la Universidad Autónoma de Querétaro por habernos formado profesionalmente.

CAPITULO I
MÁQUINAS HERRAMIENTA
CONVENCIONALES

1.1 Marco teórico

El hombre primitivo hizo pequeños agujeros en hueso y madera con un resorte de arco enrollado alrededor de una flecha que tenía en la punta un trozo de pedernal de forma especial. Para hacer presión sobre la parte superior de la flecha se usó un bloque de madera (figura 1.1).

Aunque las técnicas son bastante diferentes, el principio que se usó entonces de presionar una herramienta de rotación contra la pieza de trabajo, es en esencia el mismo que se aplica en la actualidad en los taladros modernos.



Figura 1.1.- El hombre primitivo con su taladro de arco.

Por otro lado, el torno para cortar metales no tuvo su origen en las ideas de un solo hombre. Durante muchos siglos los tornos de pedal como el que se ilustra en la figura 1.2 se han usado para torneear madera. Otra aplicación de tornos manuales se dio en la alfarería donde se usaban tornos verticales para dar forma de vasija a lo que inicialmente fuera un puñado de lodo de arcilla. Sin embargo, la historia de las máquinas herramienta modernas comenzó hacia el año de 1800 cuando se construyó el primer torno mecánico.

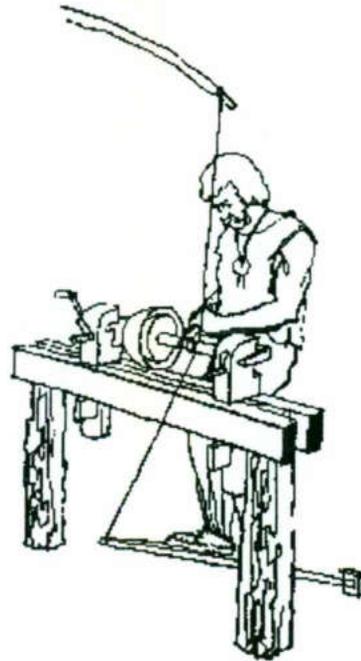


Figura 1.2.- Torno de poste flexible y cordón.

El siguiente paso significativo fue en la década de los años 1860 en que se construyó la primera fresadora (figura 1.3). A esta fresadora que tiene mayor semejanza al taladro vertical que a la fresa de husillo horizontal se le vinieron haciendo una gran serie de cambios hasta quedar como la fresadora vertical que conocemos en la actualidad; de la misma forma sucedió con el taladro y el torno los cuales también sufrieron modificaciones hasta tener los diseños que actualmente se encuentran en cualquier taller mecánico.

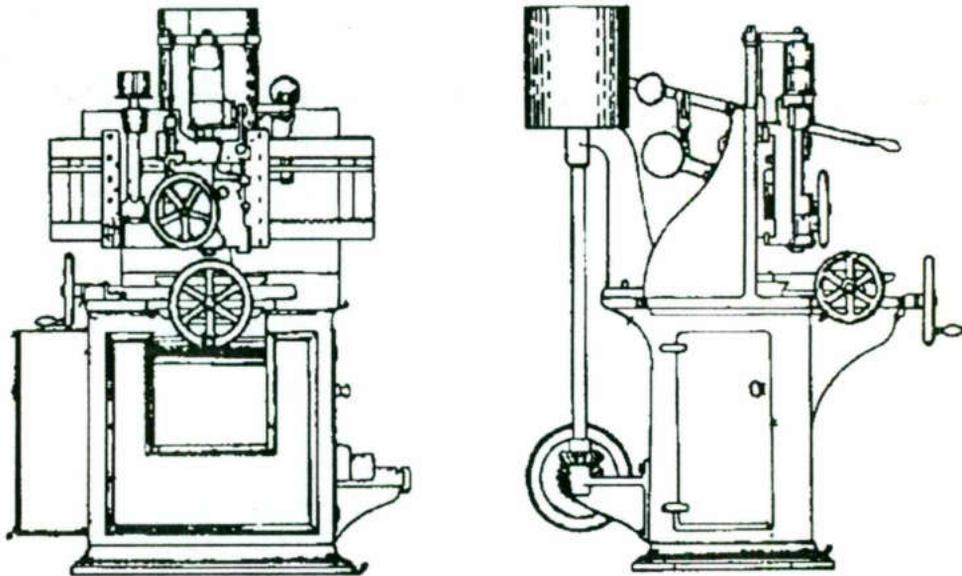


Figura 1.3.- Primera fresadora vertical.

Máquinas herramienta convencionales

Las máquinas herramientas convencionales constan de mecanismos para producir el movimiento necesario para conformar una pieza de trabajo mediante la remoción de material. Las máquinas herramientas se agrupan en cuatro categorías principales, las cuales son: 1) Taladros; 2) Tornos; 3) Cepillos y 4) Fresadoras.

1.2 Taladro

Los taladros se utilizan para una de las operaciones más comunes, o sea, hacer agujeros virtualmente en cualquier material o pieza de trabajo. Las operaciones como escariado de agujeros, machueleado, abocardado, avellanado y fresado de puntos, que se efectúan después de taladrar, también pueden hacerse con taladradoras. Aunque algunas de estas operaciones pueden efectuarse en otras máquinas, como fresas y tornos, el taladro es el que más se usa. Los taladros son sencillos en su construcción y manejo, y están disponibles en muchos tipos, se clasifican como: taladros de mano, verticales, radiales, de husillos múltiples, taladros fresadores, automáticos y especiales.

Taladros de mano. Se ocupan para trabajos ligeros, cuando no se cuenta con un taladro estacionario. Los taladros de mano suelen tener motor eléctrico, aunque también los hay neumáticos.

Taladros verticales. Los taladros verticales constan de base columna, cabeza y mesa de trabajo. La mesa de trabajo está montada en una columna de soporte fija en la base del taladro. La mesa tiene ajuste para altura y rotación limitada. Las piezas de trabajo se sujetan a la mesa con diferentes tipos de sujetadores, como tornillos de banco, prensas, etc. La rotación de la herramienta se obtiene con un sistema de poleas o engranes en la cabeza del taladro. Un portabrocas está fijo en un husillo giratorio. El operador controla el avance, en forma manual o automática. Los tipos de taladros verticales son los modelos de banco y de piso. El modelo de piso es más alto que el de banco y se destina para trabajo pesado; además tiene mayor selección de velocidades que el de banco.

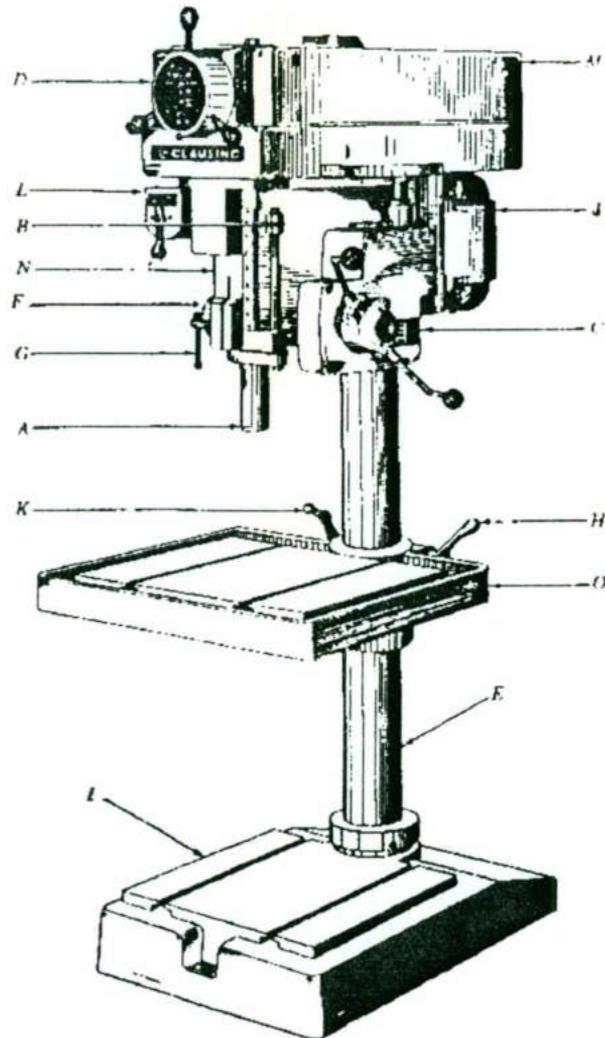


Figura 1.4.- Partes principales del taladro vertical.

- A.- Husillo
- B.- Tope de profundidad
- C.- Avance
- D.- Control de velocidad
- E.- Columna
- F.- Resorte de retorno del husillo
- G.- Manivela de seguro del husillo
- H.- Manivela de la mesa
- I.- Base
- J.- Motor
- K.- Manivela de elevación de la mesa
- L.- Interruptor de encendido
- M.- Guarda de transmisión
- N.- Cabeza.
- O.- Mesa

Taladros radiales. Estos están destinados para el trabajo grandes piezas, motivo por el cual su constitución es más robusta que los verticales. La pieza de trabajo se fija en la base del taladro, en vez de una mesa. La columna, que puede girar, es de mayor diámetro que en el taladro vertical. El brazo radial está soportado por la columna y puede elevarse o bajarse. El husillo se encuentra en el brazo superior el cual puede moverse a lo largo del brazo, además tiene ajuste vertical, horizontal y lateral.

Taladro de husillos múltiples. Cuando hay que taladrar gran número de agujeros en lugares fijos en la pieza de trabajo, se utiliza un taladro de husillos múltiples. Las brocas necesarias se colocan en los husillos y tienen impulsión y avance simultáneos en la pieza de trabajo.

Taladros múltiples. Estos taladros constan de una sola mesa a lo largo de la cual está montado cierto número de cabezas taladradoras verticales, independientes. Este tipo de taladro se utiliza cuando hay que efectuar cierto número de operaciones y se quiere reducir tiempo en el cambio de herramientas o el cambio de la pieza de trabajo a otra máquina.

Taladros fresadores. El taladro fresador es similar al taladro de mesa, con la diferencia de que la mesa en donde se monta la pieza a taladrar tiene movimiento longitudinal y transversal, lo que lo hace muy parecido a una fresadora vertical. Otra de las características del taladro fresador es que el cabezal se puede rotar hasta un ángulo de 90°, con esta característica en el taladro fresador se pueden hacer trabajos de fresado horizontal.

Velocidad de corte para taladrar

Las R.P.M. a que debe girar una broca al efectuar el taladrado depende de:

- a) Velocidad de corte del material
- b) Diámetro de la broca
- c) Avances
- d) Lubricación

Cuando el diámetro de la broca se da en milímetros, se usará la siguiente fórmula:

$$\text{R.P.M.} = \frac{320 \times V_c}{D}$$

En donde:

V_c = Velocidad de corte en metros por minuto (pies por minuto para el S.B.)*

320 = Factor constante para el sistema métrico (3.82 para el S.B.)

D = Diámetro de la broca en milímetros (en pulgadas para el S.B.).

*Ver velocidades de corte en el apéndice 3.

1.3 Torno

En principio, el torno se utilizaba para torneear, refrendar y perforar piezas de trabajo cilíndricas. Pero también pueden efectuarse en el torno operaciones como taladrado, escareado, machueleado, moleteado, esmerilado, fresado, roscado y biselado, cuando se utilizan los aditamentos necesarios.

Los tornos pueden clasificarse de acuerdo con su mecanismo de impulsión (directa o indirecta); mecanismo de avance (manual, motorizado o automático); capacidad de producción (no producción, semiproducción y producción). Con respecto a su capacidad de trabajo, los tornos se clasifican como:

Tornos de no producción

- Rápido
- Paralelo
- Para taller mecánico

Tornos de semiproducción

- Copiador automático
- Revólver (de torreta)
- Vertical
- Horizontal

Tornos para alta producción

- Revólver automático
- Automáticos para tornillos.

El torno sin importar su clasificación, consta de cinco unidades básicas, el cabezal principal, bancada, contrapunto, carro y unidad de avance.

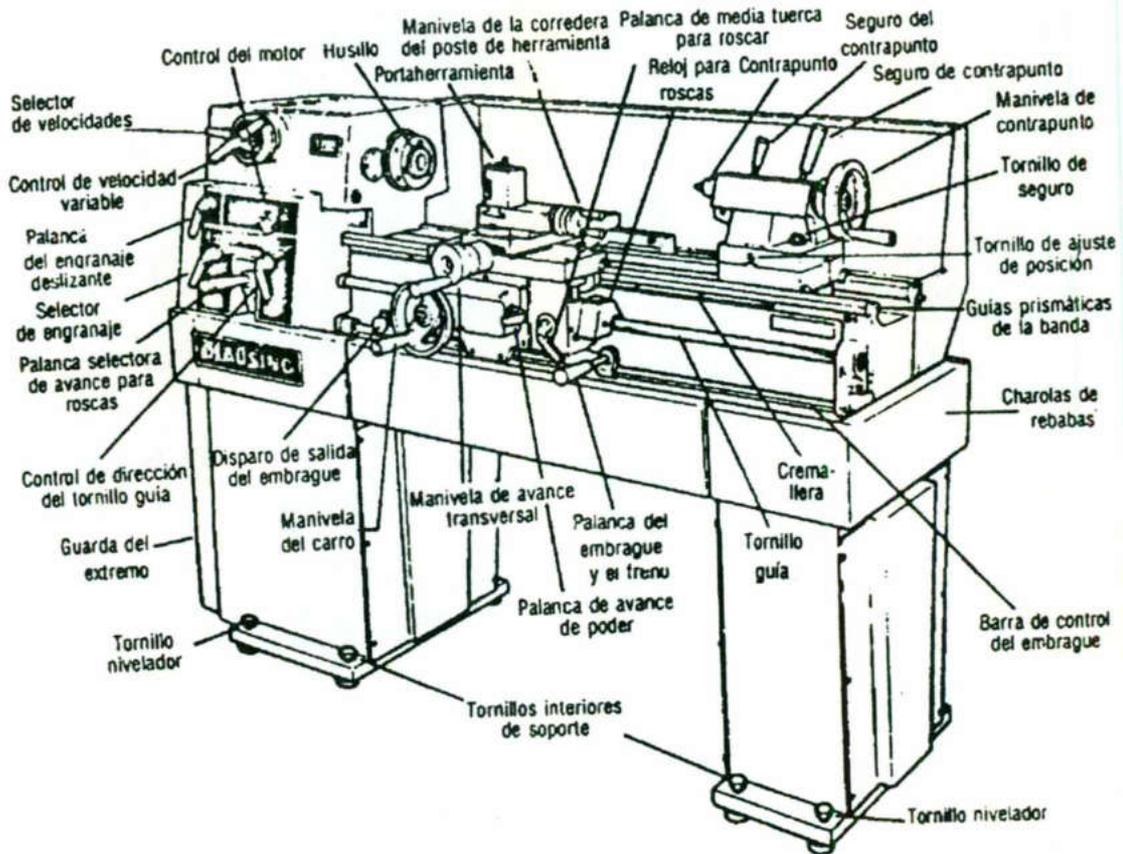


Figura 1.5.- Componentes del torno horizontal.

El *cabezal principal* contiene los engranes, poleas o una combinación de ambos que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. El cabezal, en el lado izquierdo del torno, incluye el motor, husillo, selector de velocidad, selector de unidad de avance y selector de sentido de avance. Además el cabezal sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que sujeta el husillo con algún tipo de mandril.

La *bancada* sirve de soporte para las otras unidades del torno. En la parte superior de la bancada hay guías prismáticas en forma de V para alineación entre el cabezal, la bancada y el contrapunto.

El *contrapunto*, que en el torno horizontal se encuentra en el extremo derecho, puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo. La función principal del contrapunto es servir de apoyo al borde externo de la pieza de trabajo.

El *carro* consta del tablero delantero, porta herramienta, mecanismo de avance, mecanismo de roscar y sujetadores para la herramienta de corte. El movimiento del carro en sentido longitudinal y para avance lateral o transversal se logra con avance manual o mecánico.

La aplicación de potencia para el *avance* se obtiene al acoplar el embrague para el avance seleccionado. El carro auxiliar compuesto puede girarse a diversos ángulos y fijarlo allí para aplicaciones especiales. Las herramientas de corte se fijan en el porta herramientas que se sujeta en la parte superior del carro auxiliar compuesto. El *avance manual* para el carro auxiliar compuesto se obtiene con el volante de avance. La palanca de la media tuerca de enfrente del tablero se utiliza para acoplar el mecanismo de avance al cortar roscas. Un mecanismo de avance por medio de engranes en el cabezal permite al operario seleccionar los avances y especificaciones de roscas deseados. El avance por revolución del husillo, se establece por medio de una serie de engranes, para el avance longitudinal o transversal.

Fórmulas de trabajo para el torno

Velocidad de corte

$$\text{R.P.M.} = \frac{320XV_c}{D}$$

Donde:

320= Factor constante para el sistema métrico (3.82 para el sistema inglés)

V_c = Velocidad de corte en metros / min. *

D = Diámetro externo del material o de la herramienta de corte en mm

R.P.M.= Velocidad de giro de la pieza o de la herramienta.

Número de pasadas para rebajar de un diámetro inicial D_i a un diámetro final D_f .

$$\text{No.P} = \frac{D_i - D_f}{P_c}$$

Donde:

No.P= Número de pasadas

P_c = Profundidad de corte.

Tiempo de una pasada

$$T_p = \frac{L}{A \times N}$$

Donde:

T_p = Tiempo de una pasada

L = Longitud de la pieza

N = Velocidad

A = Avance

Tiempo total de trabajo.

$$T_t = T_p \times \text{No.P}$$

* Ver tabla de velocidades de corte en apéndice 4.

1.4 Cepillo de codo

Los cepillos de codo son máquinas herramienta de uso principal en la producción de superficies planas y angulares. Las formas más comunes son superficies planas, angulares, ranuras, colas de Milano, ranuras T, cuñeros, muescas y contornos. En el cepillo de codo se emplean herramientas de corte de una punta (buriles), similares a las del torno, para maquinar la mayoría de las superficies.

Componentes del cepillo de codo.

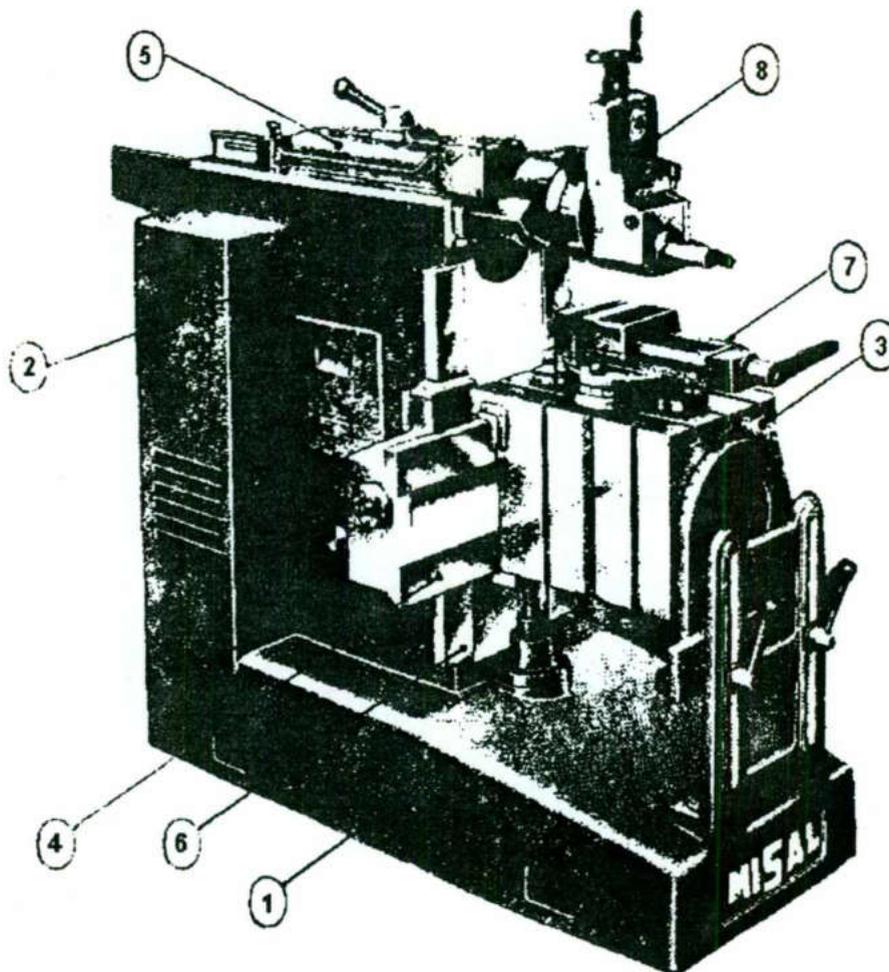


Figura 1.6.- Partes principales del cepillo de codo

- 1.- La base
- 2.- La columna o bastidor
- 3.- La mesa
- 4.- La corredera transversal
- 5.- El ariete (llamado también *camero*)
- 6.- La silleta
- 7.- La prensa o tornillo de mordaza
- 8.- Porta herramienta.

El cepillo de codo horizontal es, quizá, el más común, consta del ariete, portaherramienta, mesa y columna. El ariete conduce la herramienta mientras se mueve de ida y vuelve a lo largo de guías de precisión en la parte superior de la columna del cepillo. La longitud de la carrera de corte puede ajustarse hasta el máximo permisible para el modelo de la máquina. También puede ajustarse la posición del ariete en relación con la pieza de trabajo. La impulsión del ariete puede ser mecánica o hidráulica.

El portaherramienta consiste en un cabezal giratorio y un portaherramienta de charnela. El cabezal giratorio puede girarse a diversos ángulos para cortar superficies angulares. Un mecanismo de sinfín permite el avance preciso de la herramienta hacia la pieza de trabajo. El portaherramienta de la charnela o caja basculante montado en el cabezal giratorio, soporta la herramienta y el portaherramienta. Para tener espacio libre para la herramienta en la carrera de retorno, el portaherramienta gira hacia arriba con un mecanismo de pivoteo.

Las piezas de trabajo se montan en la mesa del cepillo con prensas. La mesa se desliza a lo largo de rieles transversales montados en la columna del cepillo. El movimiento de avance de la pieza de trabajo se produce con un sinfín de avance transversal que atraviesa la mesa. El avance de la pieza de trabajo ocurre antes de la carrera de corte. La profundidad de corte se regula con el movimiento de la mesa o del cabezal en sentido vertical.

La columna es el bastidor del cepillo. Dentro de la columna está el sistema de impulsión mecánica para el ariete y los sistemas de avance automático. La columna que está en la base de la máquina soporta el ariete y la mesa de trabajo.

Los cepillos de codo se clasifican según el plano en el que ocurre el corte en horizontal o vertical (mortajadora). Además, los cepillos horizontales se dividen en tipo de corte en avance y tipo de corte en retroceso.

Tipos de cepillos de codo

Cepillos horizontales de corte en avance o empuje. En este cepillo el corte ocurre durante el avance del ariete, en el cual se empuja la herramienta de corte a lo largo de la pieza de trabajo.

Cepillos horizontales de corte en retroceso o tracción. La acción de corte ocurre al retroceder el ariete hacia la columna. Este cepillo funciona con menos vibración porque el ariete está soportado y la fuerza de corte es hacia la columna del cepillo.

Cepillos de codo verticales (mortajadora). En estos cepillos se utiliza un ariete que se mueve en el plano vertical; igual que en el cepillo horizontal, el ariete se mueve con acción alternativa. La acción de corte ocurre cuando el ariete se mueve hacia la pieza de trabajo. La mesa del cepillo vertical tiene dos movimientos rectilíneos y un rotatorio.

Velocidad de corte

La velocidad de corte para el cepillado de los materiales, es muy importante, por lo que se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.

- A mayor longitud por maquinarse, menor número de golpes por minuto (GPM).
- A menor longitud por maquinarse, mayor número de GPM.
- A mayor dureza del material, menor número de GPM.
- A menor dureza del material, mayor número de GPM.

Es decir, la velocidad del maquinado es inversamente proporcional a la longitud y dureza del material.

Fórmulas para calcular el número de GPM, Número de pasadas y tiempo total de trabajo.

Cuando se usa la velocidad de corte en pies por minuto

$$GPM = \frac{V \times 7}{L}$$

Cuando se usa la velocidad de corte en metros por minuto.

$$GPM = \frac{V}{L \times 0.0166}$$

Donde:

GPM= Número de golpes o carreras por minuto.

V= Velocidad de corte (ft/min ó m/min) *

L= Longitud de la pieza (m)

7 y 0.0166= Factores de conversión.

Número de pasadas

$$No.P = \frac{AP \times EP}{AH \times PC}$$

Donde:

AP = Ancho de la pieza

EP = Espesor de la pieza

PC = Profundidad de corte

AH = Ancho de la herramienta

Tiempo total de trabajo

$$T_{tt} = \frac{No.P}{GPM}$$

*Ver tabla de velocidades en el apéndice 4.

1.5 Fresadora

Las fresadoras, como los tornos, son las máquinas herramienta más adaptables para la manufactura. La fresadora está destinada a producir superficies planas y angulares y también se utiliza para hacer formas irregulares, trabajar superficies y cortar ranuras y muescas. La fresadora también puede utilizarse para taladrar, perforar, escariar (rimar) y cortar engranes.

Se construyen de muchos tipos de fresadoras para un gran número de necesidades y aplicaciones, sin embargo las más comunes son las horizontales, las verticales y las universales.

Las fresadoras constan de dos componentes principales: la columna y la consola. El mecanismo de impulsión para la fresa se encuentra en la columna de la fresadora. En las *fresadoras verticales*, el husillo y la herramienta giran en torno a un eje vertical; en las *fresadoras horizontales* el eje de rotación es horizontal. En las fresas verticales y horizontales, la consola es el medio para sujetar y avanzar la pieza de trabajo. Las piezas de trabajo se pueden sujetar con prensas en la mesa, sostener en un tornillo de banco, entre centros en un tornillo de banco rotatorio, alineable y en dispositivos especiales. En todos los casos, la consola u otro dispositivo de sujeción de la pieza de trabajo está montado en la mesa de la fresadora. La mesa de la fresadora está montada en un carro que, a su vez, está montado en la consola. El movimiento de la pieza de trabajo se obtiene con el avance manual o mecánico de la mesa (longitudinal), del carro (transversal) y de la consola (vertical). Cuando la fresadora sólo incluye tres movimientos de la mesa, es del tipo de columna y consola.

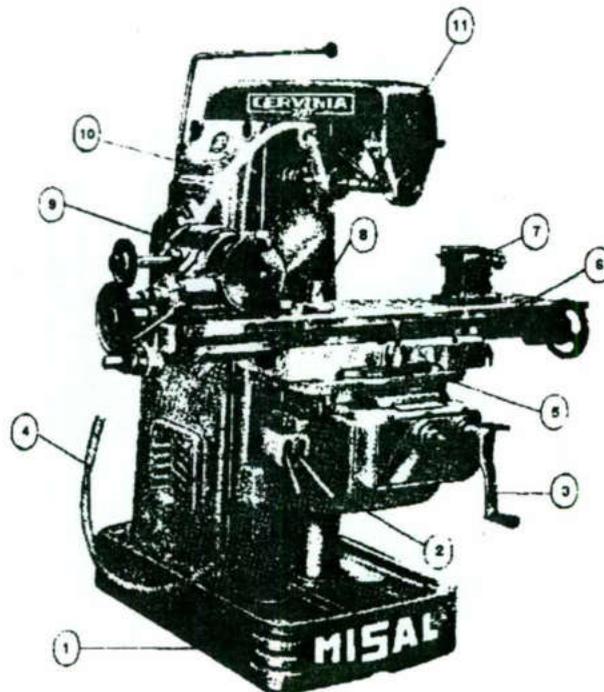


Figura 1.7.- Partes principales de la fresadora (horizontal)

- 1.- Base
- 2.- Ménsula
- 3.- Manivela sensitiva
- 4.- Manguera para refrigeración
- 5.- Carro transversal
- 6.- Carro longitudinal
- 7.- Contrapunto
- 8.- Gato soporte
- 9.- Cabezal divisor
- 10.- Columna
- 11.- Árbol portafresa.

Las fresadoras universales tienen más movimientos que las de columna y consola. Además de los tres movimientos rectilíneos de avance, la fresadora universal tiene mesa del tipo giratorio en plano horizontal, que permite fresar una forma de hélice.

Velocidad de corte, avance y profundidad de corte

Cuando se trate de seleccionar la velocidad, el avance y la profundidad adecuada en la máquina fresadora, se tienen que tener muy en cuenta los factores siguientes:

- 1.- Tamaño de la máquina
- 2.- Diámetro del cortador
- 3.- Número de dientes del cortador
- 4.- Calidad de acero de que esta construido el cortador
- 5.- Refrigerante para el cortador
- 6.- Dureza del acero de la pieza a fresar
- 7.- Sujeción o rigidez de montaje de la pieza para el fresado.

Fórmulas para calcular las R.P.M. para el cortador.

$$\text{R.P.M.} = \frac{V \times 3.82}{D}$$

De donde:

R.P.M. = Revoluciones por minuto

V= Velocidad de corte en pies por minuto (metros por minuto para el sistema métrico)*

D= Diámetro del cortador en pulgadas (milímetros para el sistema métrico)

3.82= Factor constante (320 para sistema métrico)

* Velocidad de corte V, apéndice 5.

1.6 Prácticas en manufactura de piezas con máquinas herramienta convencionales

En esta sección se proponen 7 prácticas en las que se utilizarán el taladro, torno, fresadora y cepillo. Algunas de las prácticas se pueden realizar en diferente máquina obteniendo el mismo resultado.

Para las prácticas de este capítulo se supone que el alumno tiene nociones básicas del uso de las máquinas herramientas de taller como taladro, torno, fresa, cepillo y herramientas manuales, en caso contrario el alumno debe solicitar asesoría del instructor para el afilado de herramientas, sujeción de la pieza de trabajo, selección de velocidades, etc., por lo que el texto de la unidad solo apoya al estudiante con información básica de cada máquina, fórmulas, tablas y gráficas para calcular velocidades, avances, tiempos, etc.

Cabe mencionar que por separado las 7 prácticas propuestas no tienen relación entre sí, sin embargo, al unir las piezas se debe complementar la prensa ilustrada en la figura 1.8.

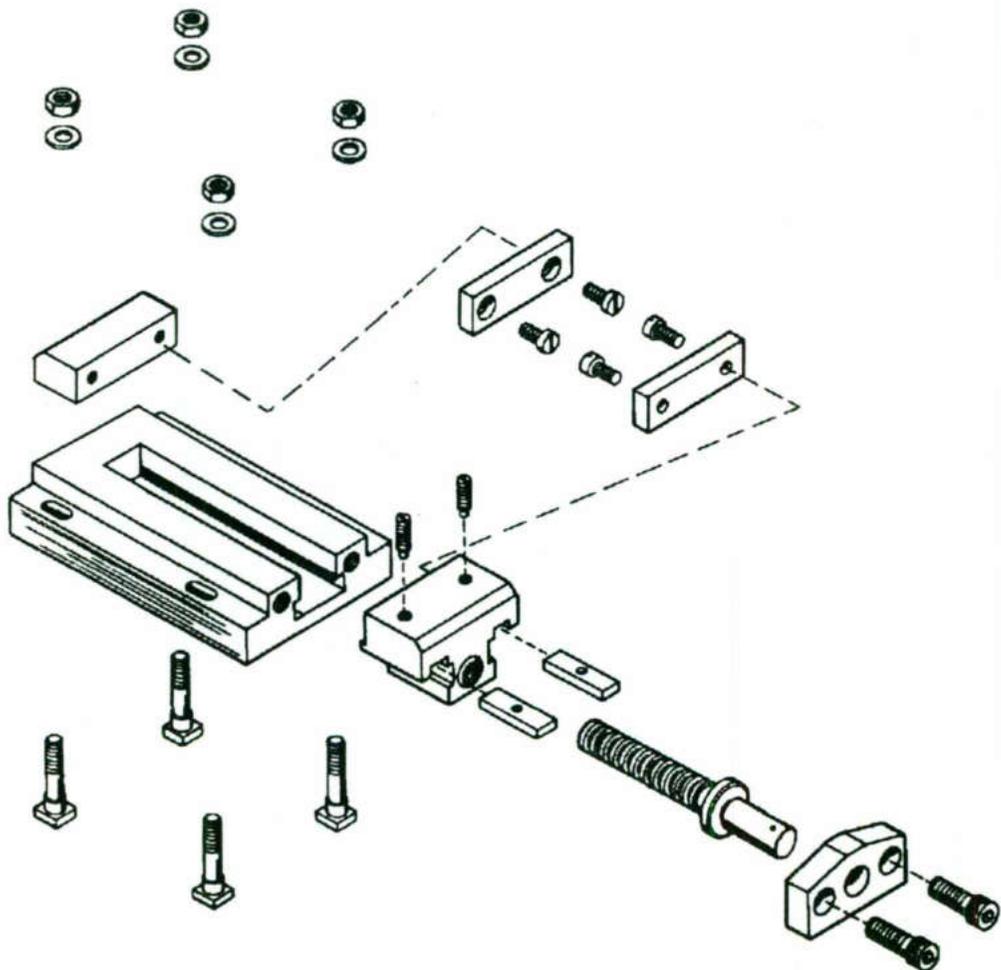


Figura 1.8.- Ensamble de prensa.

Práctica No. 1

Utilizar los conocimientos adquiridos en clase para llevar a cabo el afilado de un buril para trabajar en torno.

Practicar los filos:

- 1.- Para cilindrar por la derecha
- 2.- Para cilindrar por la izquierda
- 3.- Para roscas de 60°
- 4.- Para hacer ranuras o gargantas y para rosca cuadrada
- 5.- Punta redonda (para desbaste a la derecha o izquierda)
- 6.- Para rosca ACME de 29° o tornillo SINFIN.

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno ponga en práctica sus conocimientos sobre afilado de buriles para diversas aplicaciones.

Herramientas a utilizar

- a) Esmeril de banco
- b) Buril Momax de Carburo y/o barras de cuadrado de 6mm.
- c) Gage para cuerda de 60°
- d) Gage para cuerda de 29°

Nota

Para llevar a cabo el afilado de buriles, el alumno debe solicitar el apoyo del asesor. En el apéndice 6 se proporcionan datos importantes que deben ser tomados en cuenta para el afilado de buriles.

Práctica No. 2

Utilizar los conocimientos adquiridos en clase para llevar a cabo el maquinado de la pieza 1 del plano No. 11, utilizando máquinas herramientas como el taladro, torno y la fresadora, además de algunas herramientas manuales (ver datos técnicos en apéndices 4 y 6).

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno se familiarice con el uso de la fresadora o, en su caso, el cepillo.

Máquinas herramientas a utilizar *

- a) Fresa vertical (o cepillo)
- b) Taladro vertical

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Broca de 4mm
- d) Calibrador tipo Vernier
- e) Calibrador de alturas
- f) Punzón o punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador
- i) Arco con segueta
- j) Broquero y accesorios

Material

Acero AISI 1045

* Los equipos y herramientas, así como el procedimiento puede variar para obtener el mismo resultado

Práctica No. 3

Emplear los conocimientos adquiridos en clase para llevar a cabo el maquinado de la pieza 2 del plano No. 11, utilizando taladro, torno, fresadora y herramientas manuales (ver datos técnicos en apéndices 4 y 6).

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno se familiarice con el uso de la fresadora en el maquinado de cajas circulares.

Máquinas herramientas a utilizar

- a) Fresa vertical
- b) Taladro vertical

Herramientas a utilizar: *

- a) Accesorios para fresa
- b) Accesorios para taladrar
- c) Prensa y accesorios
- d) Cortador para fresa vertical
- e) Calibrador tipo Vernier
- f) Calibrador de alturas
- g) Arco con segueta
- h) Punto de golpe
- i) Escuadra fija de 90 °
- j) Rayador
- k) Broquero y accesorios

Material

Acero AISI 1060

* La herramienta y el procedimiento puede variar para obtener el mismo resultado

Práctica No. 4

Utilizar los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el maquinado de la pieza 3 del plano No. 11, utilizando máquinas herramienta como taladro, torno y fresadora, además de algunas herramientas manuales (ver datos técnicos en apéndices 4 y 6).

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno tome experiencia en el fresado de cajas circulares.

Máquinas herramientas a utilizar

- a) Fresa vertical
- b) Taladro vertical

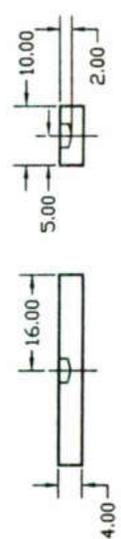
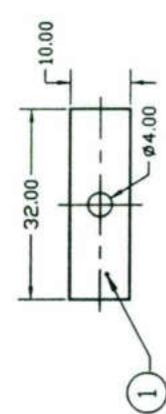
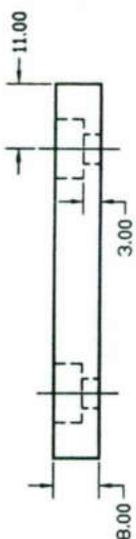
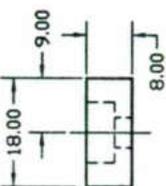
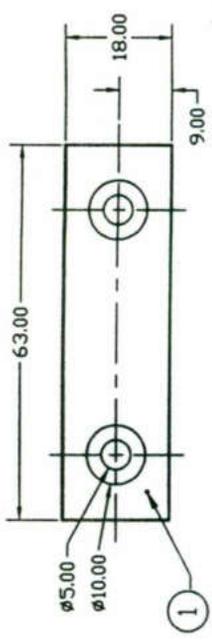
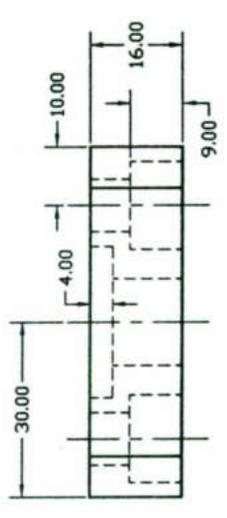
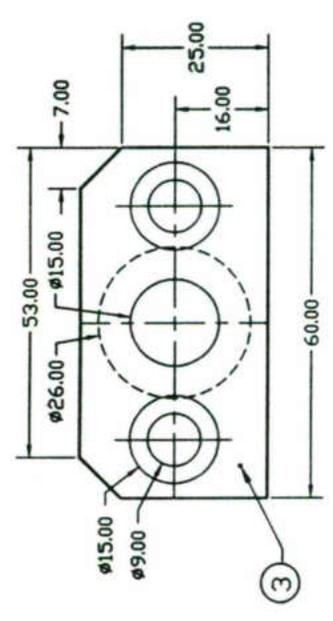
Herramientas a utilizar: *

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- f) Calibrador tipo Vernier
- h) Transportador
- i) Calibrador de alturas
- j) Punzón o punto de golpe
- j) Escuadra fija de 90°
- k) Rayador
- l) Compás de puntas
- m) Broquero y accesorios

Material

Acero AISI 1040

* Las herramientas y el procedimiento puede variar para obtener el mismo resultado



Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
1	2	Pieza 1	Acero AISI 1045 36X14X7	Matar fillos
2	2	Pieza 2	Acero AISI 1060 67X22X12	Matar fillos
3	1	Pieza 3	Acero AISI 1045 64X36X20	Matar fillos

Tolerancias no indicadas son ± 0.100

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA
CAMPUS SAN JUAN DEL RIO

Nombre de dibujo: Accesorios para prensa

Dibujo:	MHU	No. Plano:	11	Material:	El especificado	Escala:	S/E
Revisión:	JPR	Aprobó:	M. en C. Aurelio Dominguez G.	Acotación:	mm	Fecha:	13/feb/99

Esta dibujo debiera estar aprobado antes de la fabricación

Práctica No. 5

Utilizar los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el maquinado de la pieza ilustrada en el plano No. 12, utilizando máquinas herramienta como taladro, torno y fresadora, además de algunas herramientas manuales.

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno reafirme su experiencia con el uso de la fresadora o en su caso el cepillo, además de familiarizarse con el fresado de ranuras y el machueleado.

Máquinas herramientas a utilizar

- a) Fresa universal y/o cepillo
- b) Taladro vertical

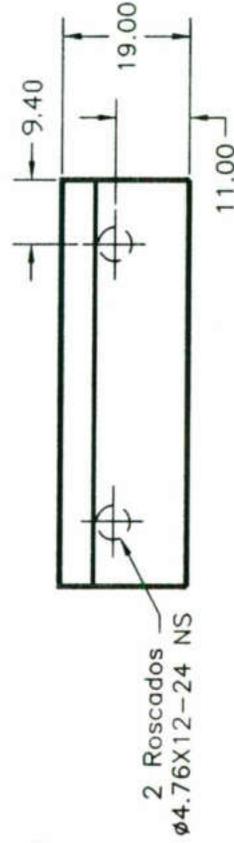
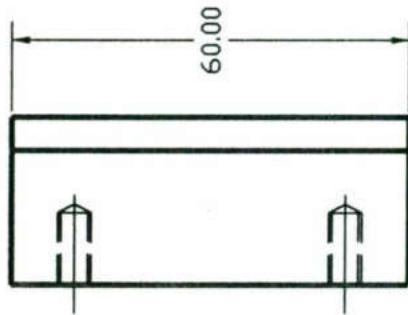
Herramientas a utilizar *

- a) Broquero y accesorios
- b) Prensa y accesorios
- c) Accesorios para fresa y/o cepillo
- d) Calibrador tipo Vernier
- e) Calibrador de alturas
- f) Punzón o punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador

Material

Acero AISI 1040

* Las herramientas y el procedimiento puede variar para obtener el mismo resultado



Chafilan 5X5

2 Roscados
 $\phi 4.76 \times 12 - 24 \text{ NS}$

Tolerancias no indicadas
 son ± 0.100

Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
-	1	Pieza 1	Acero AISI 1045 65X30X23	Matar filos

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO				
Nombre de dibujo: Cabesera				
Dibujo:	MMU	No. Plano:	12	Material:
Reviso:	JPBR	Escala:	S/E	El especificado
Aprobado:		M. en. C. Aurelio Dominguez G.		Acotacion:
Este dibujo debe ser aprobado antes de la fabricacion.		Fecha:		13/feb/99

Práctica No. 6

Utilizar los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el maquinado de la pieza ilustrada en el plano No. 13, utilizando máquinas herramienta como taladro, torno y fresadora, además de algunas herramientas manuales.

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno reafirme su experiencia con el uso de la fresadora, o en su caso, el cepillo, además de familiarizarse con el fresado de ranuras y el machueleado.

Máquinas herramientas a utilizar

- a) Fresa universal y/o cepillo
- b) Taladro vertical

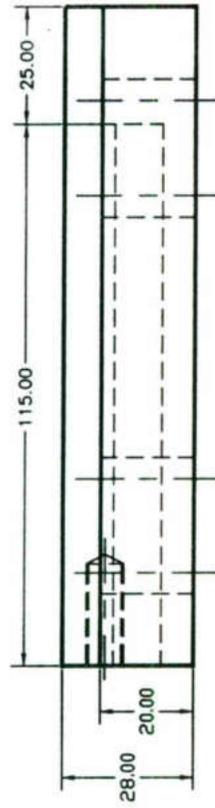
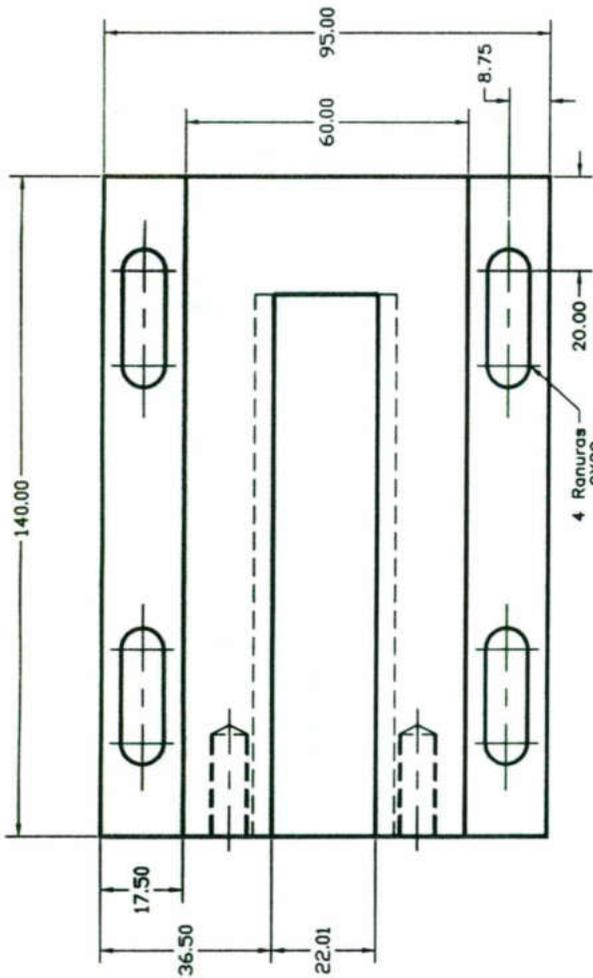
Herramientas a utilizar *

- a) Broquero y accesorios
- b) Prensa y accesorios
- c) Accesorios para fresa y/o cepillo
- d) Calibrador tipo Vernier
- e) Calibrador de alturas
- f) Punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador

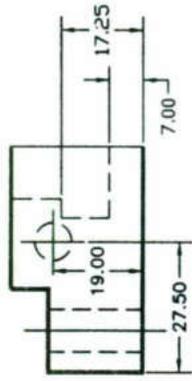
Material

Acero AISI 1040

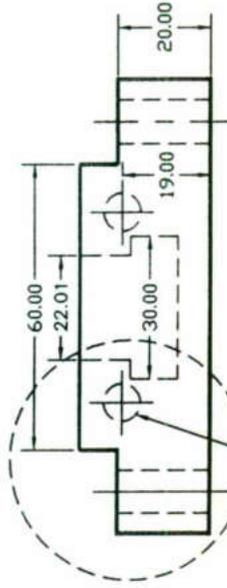
* Las herramientas pueden variar para obtener el mismo resultado



Detalle A



Ver detalle A



2 Roscas
 #8X24-NS X 24 prof.

Tolerancias no indicadas
 son ± 0.160

Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
-	1	Pieza 1	Acero AISI 1045 145X100X32	Matar filos

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO				
Nombre de dibujo: Base de prensa				
Dibujo: MMU	No. Plano: 13	Material: El especificado	Escala: 5/E	
Revisor: JPBR	Aprobado: M. en: C. Aurelio Dominguez G.	Acotacion: mm	Fecha: 13/feb/99	
		Este dibujo debe ser aprobado antes de la fabricacion.		

Práctica No. 7

Utilizar los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el maquinado de la pieza ilustrada en el plano No. 14, utilizando máquinas herramienta como taladro, torno y fresadora, además de algunas herramientas manuales.

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno afirme su conocimiento en el uso de la fresadora o en su caso el cepillo. Además de familiarizarse con el fresado de ranuras y el maquinado y machueleado de cuerdas.

Máquinas herramientas a utilizar

- a) Fresa universal
- b) Taladro vertical
- c) Torno horizontal

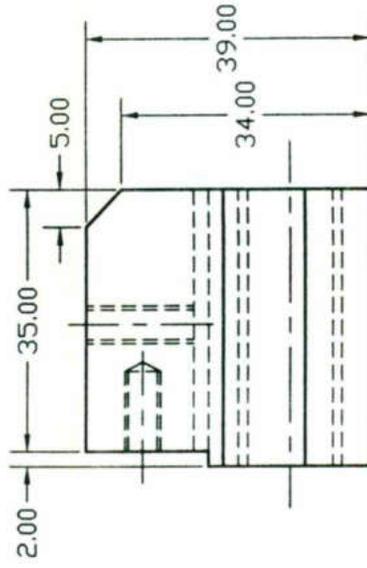
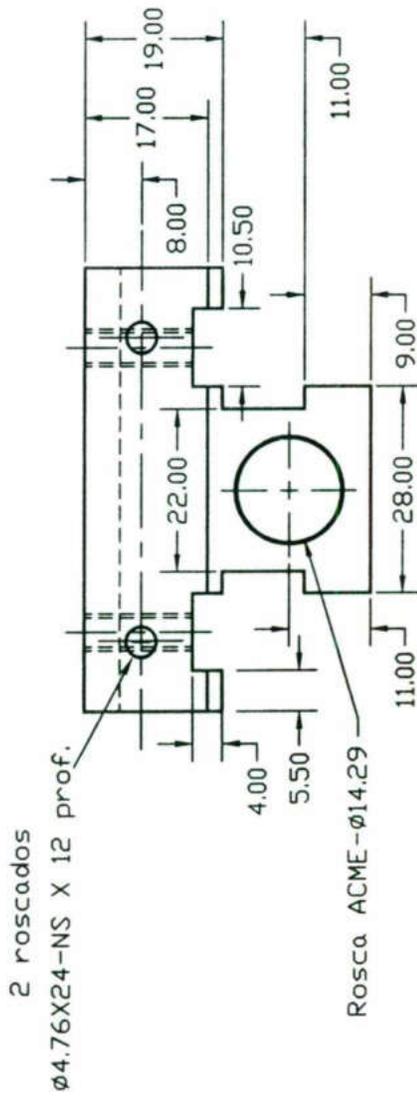
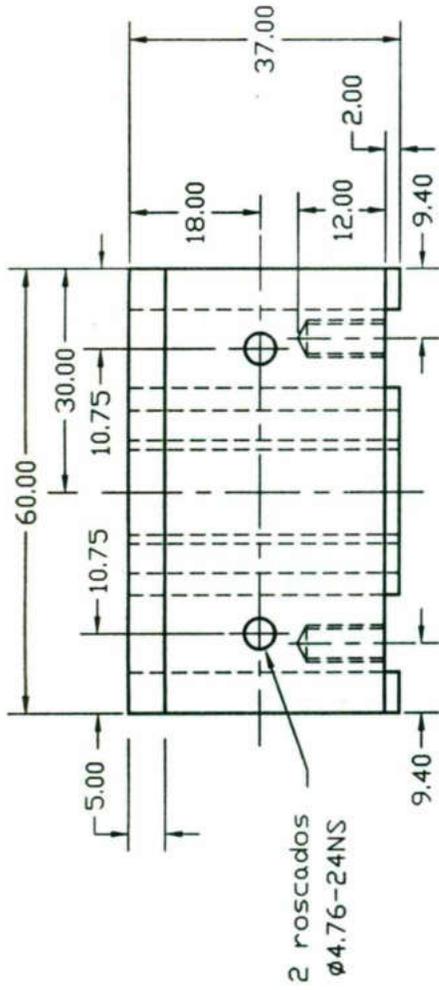
Herramientas a utilizar *

- a) Broquero y accesorios
- b) Prensa y accesorios
- c) Accesorios para torno
- d) Accesorios para fresa
- e) Accesorios para taladro
- f) Calibrador tipo Vernier
- g) Calibrador de alturas
- h) Punto de golpe
- i) Escuadra fija de 90°
- j) Rayador

Material

Acero AISI 1040

* Las herramientas y el procedimiento puede variar para obtener el mismo resultado



Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
-	1	Pieza 1	Acero AISI 1045 65X42X44	Matar filos

Tolerancias no indicadas
 son ± 0.100

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO	
Nombre de dibujo: Base mobil	
Dibujo: MMU	No. Plano: 14
Material: Especificado	Escala: s/E
Revisor: JPBR	Aprobado: M. en C. Aurelio Dominguez G.
Este dibujo debera estar aprobado antes de su fabricacion.	Acotacion: mm
	Fecha: 13/feb/99

Práctica No. 8

Utilizar los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el maquinado de la pieza ilustrada en el plano No. 15, utilizando máquinas herramienta como taladro, torno y fresadora, además de algunas herramientas manuales.

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno se familiarice con el uso del torno en el maquinado de cuerdas.

Máquinas herramientas a utilizar

- a) Torno horizontal
- b) Taladro vertical

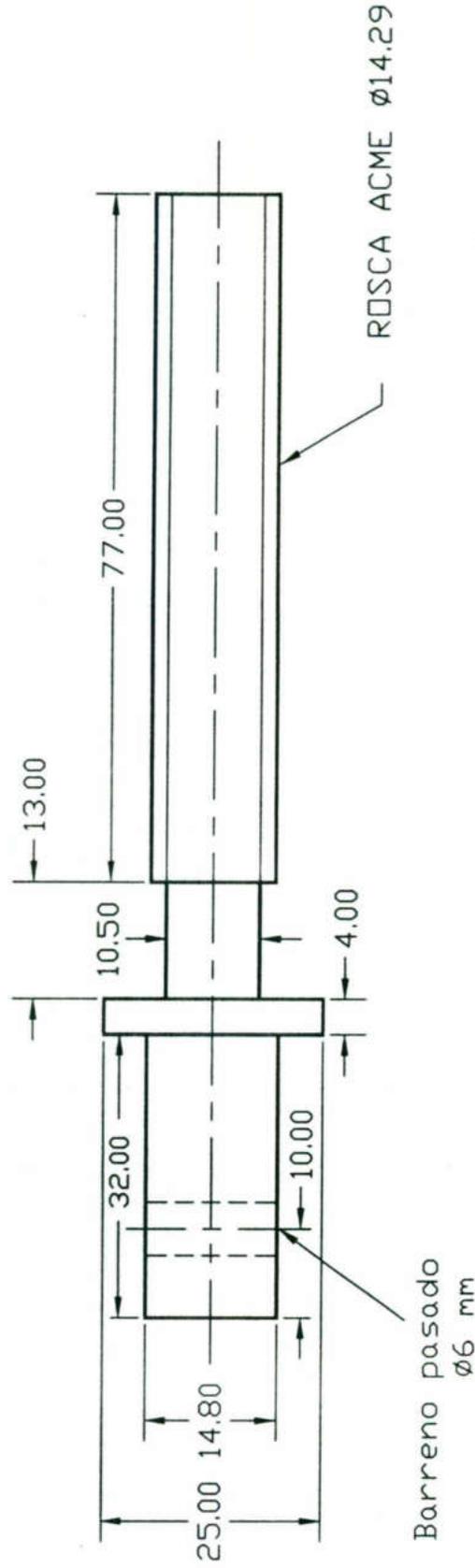
Herramientas a utilizar *

- a) Accesorios para torno
- b) Broquero y accesorios
- c) Calibrador tipo Vernier
- d) Prensa y accesorios
- e) Punto de golpe
- f) Escuadra fija de 90°
- g) Rayador

Material

Acero AISI 1040

* Las herramientas y el procedimiento puede variar para obtener el mismo resultado.



Tolerancias no indicadas
son ± 0.100

Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
-	1	Tornillo	Acero AISI 1045 $\phi 30 \times 130$	Matar filos

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA
CAMPUS SAN JUAN DEL RIO

Nombre de dibujo: Tornillo para prensa				
Dibujo: MMU	No. Plano: 15	Material: S/E	Escala: S/E	
Revisa: JPBR	Aprobado: M. en C. Aurelio Dominguez G.		Acotacion: mm	
	Este dibujo deberá estar aprobado antes de la fabricación.		Fecha: 13/feb/99	

Práctica No. 9

Utilizar los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el ensamble de la prensa ilustrada en la figura 1.9.

Objetivo:

El propósito de este ejercicio es que el alumno ensamble la prensa que se muestra en la figura y que esta formada por las piezas maquinadas en las prácticas anteriores.

Máquinas herramientas a utilizar

a) Fresadora universal

Herramientas a utilizar *

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Máquina para soldar
- d) Escuadra fija de 90°
- e) Rayador

Ensamble

Paso No. 1.- Soldar la cabecera (#3) a la base (#8) con soldadura eléctrica **

Paso No. 2.- Coloque la mordaza (#6) en la Mordaza móvil (#9) con los tornillos (#5)

Paso No. 3.- Coloque la mordaza (#6) en la cabecera (#3) con los tornillos (#5)

Paso No. 4.- Coloque las barras de ajuste (#10) en la mordaza móvil (#9)

Paso No. 5.- Deslice la mordaza móvil (#9) sobre las guías de la base (#8)

Paso No. 6.- Coloque los tornillos (#4) en la mordaza móvil (#9) procurando que lleguen hasta los barrenos de las barras de ajuste (#10), apriete según sea necesario

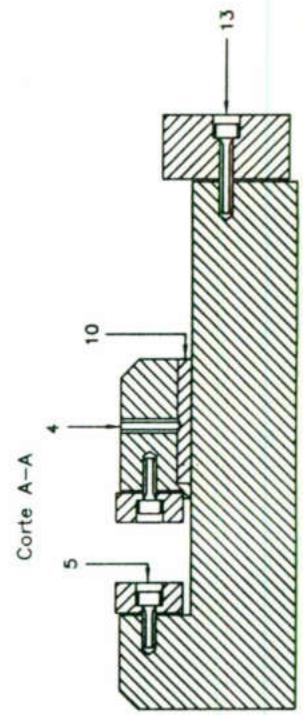
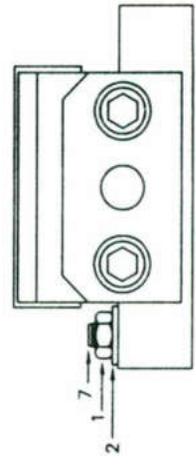
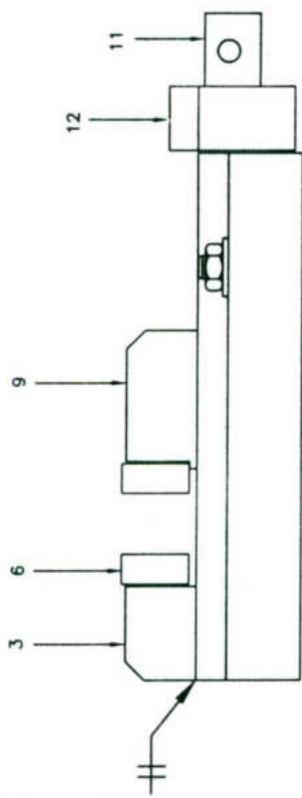
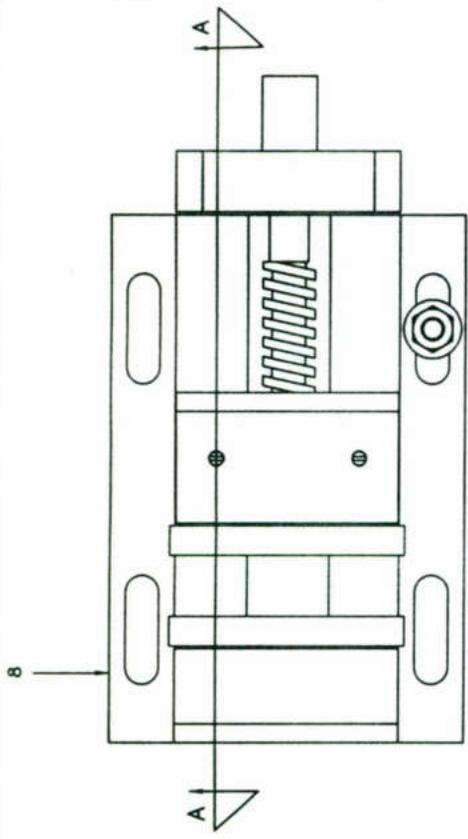
Paso No. 7.- Introduzca el tornillo de avance (#11) en la mordaza móvil (#9)

Paso No. 8.- Coloque el soporte de tornillo (#12) en la base (#8) con los tornillos (#13)

* Las herramientas pueden variar para obtener el mismo resultado.

** Se recomienda que después de soldar, sea rectificada la unión entre la cabecera y la base en la sección en que se encuentran las guías de la base.

Número	Descripción	Cantidad
1	Tuerca exagonal de 0.375 mm	4
2	Roldana plana de 0.375 mm	4
3	Cabecera	1
4	Tornillo opresor de 4.763 X 16.000 mm	2
5	Tornillo grado 1 con cabeza plana de 4.763 X 16.000 mm	4
6	Mordaza	2
7	Tornillo para ranura T de 0.375 X 30.100 mm	4
8	Base de prensa	1
9	Base móvil para mordaza	1
10	Barra de ajuste	1
11	Tornillo de avance	2
12	Soporte de tornillo	1
13	Tornillo cabeza tipo Allen de 7.937 X 25.400 mm	2



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
 FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA
 CAMPUS SAN JUAN DEL RIO

Nombre de dibujo: **Ensamble de Prensa**

Dibujo: MMU	No. Plano: 16	Material: El especificado	Escala: S/E
Reviso: JPBR	Aprobo: M. en. C. Aurelio Dominguez G.	Acotacion: S/A	Fecha: 13/feb/99

Este dibujo debiera estar aprobado antes de la fabricacion

CAPITULO II

FRESADORA CN EZ-TRAK SX

2.1 Fresa EZ-TRAK SX

Los controles sobre el equipo básico de operación del EZ-TRAK SX se describen tal como se observan desde el frente de la máquina mirando de izquierda a derecha, ver figura 2.1.

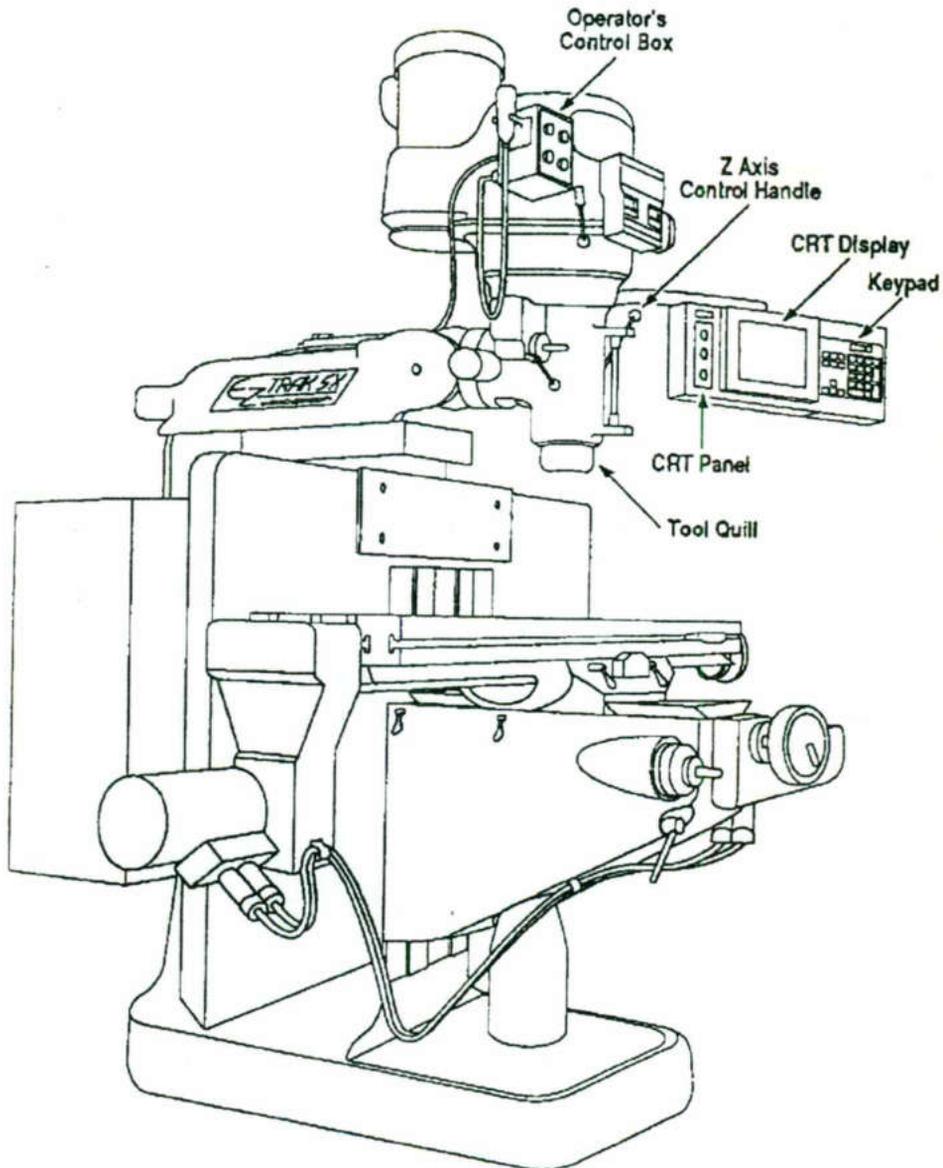


Figura 2.1.- Fresadora EZ-TRAK SX

Los controles de operación listados cubren las funciones básicas y deberán ser estudiados cuidadosamente antes de maquinarse cualquier pieza en la EZ-TRAK SX.

Caja de control del operador

Al lado izquierdo de la cubierta del eje se encuentra la *caja de control del operador* (operator control box). Hay cinco controles en esta caja. Estos tienen las funciones siguientes:

FLUJO DE NIEBLA REFRIGERANTE-DESCONEXIÓN. El contacto de tres posiciones activa las funciones de refrigerante por chorro o refrigerante por niebla.

VELOCIDAD BAJA-DESCONECTADA-ALTA DEL ENGRANE DEL EJE. Este contacto de tres posiciones se utiliza para fijar la dirección del eje y para desconectarlo. Este contacto se fija en el mismo conector que el de *rango de velocidad* en el lado inferior izquierdo de la cubierta del eje para fijar la dirección de rotación en el sentido del movimiento de las agujas del reloj (ejemplo, fijar el selector de *rango de velocidad* en *alta*, y el contacto de tres posiciones en la caja de control del operador a *engrane alto*, para hacer que el eje rote en dirección del movimiento de las agujas del reloj).

ARRANQUE DEL EJE. El botón de arranque de este indicador arranca el *eje* siempre que el contacto selector *eje* no se encuentre desconectado.

ADVERTENCIA: *Asegúrese de que la luz verde esté encendida (eje desconectado) antes de cambiar herramientas.*

PARADA DE EMERGENCIA. Este contacto en forma de hongo rojo se usa para desconectar la energía eléctrica del eje y los impulsores de los ejes en caso de alguna emergencia. Cuando se oprime el botón E-Stop (parada de emergencia), la computadora muestra una condición de *alarma* en el lado superior izquierdo de la pantalla. Para suprimir la condición de alarma, jale hacia fuera el botón *emergency-stop* (parada de alarma) y luego siga las instrucciones que aparecen en la pantalla para continuar.

ADVERTENCIA: *No vuelva a arrancar la EZ-TRAK SX antes de jalar hacia fuera el botón de EMERGENCY-STOP (parada de emergencia).*

CONTACTO DE ARRANQUE POR CONTROL REMOTO. Este es un botón operado a mano unido a un cordón flexible en el lado izquierdo de la caja de control del operador. Puede usarse en lugar del botón *start* (arranque) en el teclado del EZ-TRAK SX cuando se le indica al operador que oprima el botón *star*.

Otros controles

Existen otros dos controles importantes que se usan en la operación básica del EZ-TRAK SX. En el lado inferior derecho de la cubierta del eje se encuentra el selector *speed range* (rango de velocidad) para el motor del eje. Este selector tiene tres posiciones para fijar el engrane del motor del eje; estas son *low* (baja), *neutral*

Al lado izquierdo de la cubierta del eje se encuentra la *caja de control del operador* (operator control box). Hay cinco controles en esta caja. Estos tienen las funciones siguientes:

FLUJO DE NIEBLA REFRIGERANTE-DESCONEXIÓN. El contacto de tres posiciones activa las funciones de refrigerante por chorro o refrigerante por niebla.

VELOCIDAD BAJA-DESCONECTADA-ALTA DEL ENGRANE DEL EJE. Este contacto de tres posiciones se utiliza para fijar la dirección del eje y para desconectarlo. Este contacto se fija en el mismo conector que el de *rango de velocidad* en el lado inferior izquierdo de la cubierta del eje para fijar la dirección de rotación en el sentido del movimiento de las agujas del reloj (ejemplo, fijar el selector de *rango de velocidad* en *alta*, y el contacto de tres posiciones en la caja de control del operador a *engrane alto*, para hacer que el eje gire en dirección del movimiento de las agujas del reloj).

ARRANQUE DEL EJE. El botón de arranque de este indicador arranca el *eje* siempre que el contacto selector *eje* no se encuentre desconectado.

ADVERTENCIA: *Asegúrese de que la luz verde esté encendida (eje desconectado) antes de cambiar herramientas.*

PARADA DE EMERGENCIA. Este contacto en forma de hongo rojo se usa para desconectar la energía eléctrica del eje y los impulsores de los ejes en caso de alguna emergencia. Cuando se oprime el botón E-Stop (parada de emergencia), la computadora muestra una condición de *alarma* en el lado superior izquierdo de la pantalla. Para suprimir la condición de alarma, jale hacia fuera el botón *emergency-stop* (parada de alarma) y luego siga las instrucciones que aparecen en la pantalla para continuar.

ADVERTENCIA: *No vuelva a arrancar la EZ-TRAK SX antes de jalar hacia fuera el botón de EMERGENCY-STOP (parada de emergencia).*

CONTACTO DE ARRANQUE POR CONTROL REMOTO. Este es un botón operado a mano unido a un cordón flexible en el lado izquierdo de la caja de control del operador. Puede usarse en lugar del botón *start* (arranque) en el teclado del EZ-TRAK SX cuando se le indica al operador que oprima el botón *star*.

Otros controles

Existen otros dos controles importantes que se usan en la operación básica del EZ-TRAK SX. En el lado inferior derecho de la cubierta del eje se encuentra el selector *speed range* (rango de velocidad) para el motor del eje. Este selector tiene tres posiciones para fijar el engrane del motor del eje; estas son **low** (baja), **neutral**

(neutral) y **high** (alta). Asegúrese de revisar la posición de este selector cuando esté arrancando el EZ-TRAK SX.

ADVERTENCIA: No trate de cambiar la fijación de **SPEED RANGE** (rango de velocidades) cuando el eje se encuentre en movimiento.

A la derecha de la caja de control del operador, en la misma cubierta del eje, hay un botón negro corto. Este es el botón **spindle brake** (freno del eje). Cuando el eje está desconectado (la luz verde en la caja de control del operador esta encendida) y este botón puede usarse para frenar el eje. Haga girar esta manija hacia la parte trasera de la máquina o hacia adelante hacia el frente de la máquina para detener el eje hasta su parada.

Para conocer la ubicación de los controles descritos ver figura 2.2.

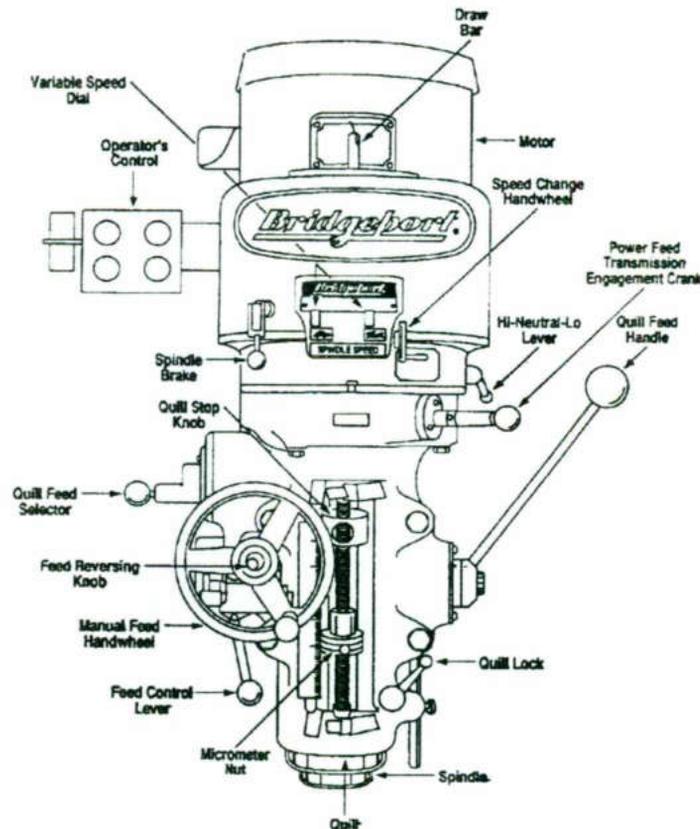


Figura 2.2.- Controles básicos de operación.

Panel frontal CRT

Los controles adicionales localizados en el *panel frontal CRT* (tubo de rayos catódicos) son:

HOLD (parada). Interrumpe la operación automática. El comando **STAR** reanuda la operación.

JOG SWITCH (botón de movimiento). En el modo **JOG** estos controles se usan para posicionar la mesa moviendo los ejes X e Y separadamente.

2.2 Controles básicos y operación

La operación básica del EZ-TRAK SX se controla desde el panel frontal en el lado derecho de la EZ-TRAK SX y desde la caja de control del operador en el lado izquierdo de la cubierta del eje.

El panel frontal incluye la pantalla **CRT** para las funciones de computación de EZ-TRAK SX, un teclado desde el cual se dan los comandos, y tres controles a la izquierda de la pantalla de la computadora.

La pantalla de la computadora muestra al operador toda la información necesaria para correr el EZ-TRAK SX. Esto incluye detalles tales como la posición de la herramienta y su diámetro, velocidad de alimentación e información del programa.

El teclado en este panel se usa para dar entrada de comandos a la EZ-TRAK SX. A cada tecla se le asigna un comando o función que se muestra en la pantalla. La función de cada tecla puede cambiar según cambia el modo de operación. La **CRT** exhibe cuales teclas pueden usarse en cada modo, y la función de cada una de ellas.

Operación básica

Cuando se conecta la energía eléctrica a la EZ-TRAK SX , aparece la pantalla de *basic operation*.

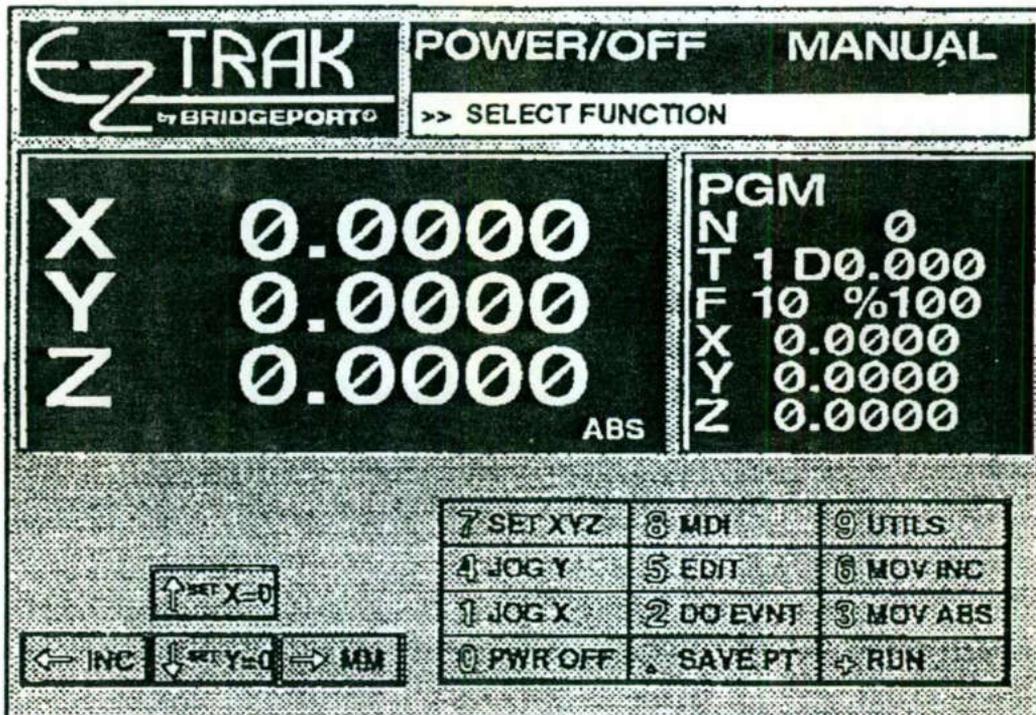


Figura. 2.3.- Pantalla de operaciones básicas.

Desde esta pantalla usted puede tener acceso a todos los otros modos de la EZ-TRAK SX. La pantalla exhibe todas las teclas en el teclado y muestra la función de cada una. Estas se muestran a detalle a continuación.

Para ejecutar un comando, debe oprimirse una de las teclas en el panel frontal. Las teclas del panel frontal usadas por la EZ-TRAK SX incluyen teclas numéricas < 0-9 >, teclas de operadores matemáticos < +-* / >, teclas cursoras < up, down, left, right > (arriba, abajo, izquierda, derecha), < ENTER > y < BACKSPACE >. Observe que la función de cada tecla puede cambiar dependiendo del modo de operación de EZ-TRAK SX.

Las funciones claves mostradas en la pantalla *basic operation* son:

FUNCION	DESCRIPCION
0 PWR OFF	Remueve la energía eléctrica de los impulsores para permitir la operación manual. En el modo <i>manual</i> la lectura exhibirá la posición al mas cercano 0.0001". En el modo <i>power on</i> la lectura XYZ grande exhibirá la posición actual y la lectura XYZ pequeña exhibirá la posición del objeto.
1 JOG X JOG Y	4 Se usa para mover el eje X, oprimiendo el <i>jog button</i> o usando el <i>jog knob</i> . Al seleccionar el <i>jog X</i> (o <i>jog Y</i>) conectará <i>power on</i> si esta en <i>off</i> , y llamará al <i>jog screen</i> . Use este comando en vez de los comandos MOVE para mover el eje X y el eje Y separadamente, o si las coordenadas de la posición deseada no se conocen.
2 DO EVENT	Solicita la pantalla DO EVENT, el cual permite que la máquina ejecute instrucciones programadas una a la vez. Este comando conecta POWER ON si está en OFF.
3 MOV ABS 6 MOV INC	Mueve la herramienta a un punto nuevo. Las coordenadas del nuevo punto deben registrarse en la pantalla antes de que se mueva la herramienta. Este comando también conecta POWER ON si esta en OFF. Use este comando (en vez de comando JOG) para mover los ejes X e Y al mismo tiempo a una posición donde se conocen las coordenadas X e Y. El comando MOV ABS también se usa para orientar los ejes (HOME THE AXES), es decir llevarlos al punto de retención de la máquina si esto no se ha hecho todavía.
5 EDIT	Permite editar un PGM (programa) creado previamente.
7 SET XYZ	Permite al operador asignar un nuevo sistema de coordenadas PARTPROGRAM a la posición actual de la mesa.
8 MDI	Proporciona la capacidad de crear PARTPROGRAMs.
9 UTILS	Esta tecla hace abandonar temporalmente el ambiente EZ-TRAK SX para permitir al usuario correr varios discos de programas de servicios que se usan para copiar discos, copiar programas y administrar archivos.
SAVE PT	Permite al operador seleccionar hasta 100 puntos XYZ, que se guardarán en el sistema. Los puntos pueden volver a repetirse para duplicar la misma secuencia de movimientos por los que paso originalmente el operador para maquinar la parte.
RUN	Pone la EZ-TRAK SX en modo RUN.

Tabla 2.1.- Operaciones básicas.

2.3 Operación DO EVENT

La EZ-TRAK SX tiene un modo DO EVENT en el cual pueden programarse las instrucciones y ejecutarse una a la vez. Esto significa que operaciones tales como la perforación de círculos o el fresado de cajas rectangulares, pueden ejecutarse con un solo ciclo programado enlatado en vez de realizarse manualmente. Todos los ciclos enlatados EZ-TRAK pueden ejecutarse a partir del modo DO EVENT.

Figura 2.4.- Ventana para operación DO EVENT.

Nota: las operaciones DO EVENT se corren directamente desde la pantalla DO EVENT, no se conservan en la memoria.

Importante: El EZ-TRAK SX no controla el eje. Cuando usted oprima la tecla + para ejecutar una instrucción programada, el eje ya debe estar girando, de otra forma se producirá un choque interno de herramientas (es decir, el eje debe estar girando).

En el modo DO EVENT la EZ-TRAK SX monitorea el eje, si el eje está apagado y se presiona la tecla (+) para ejecutar alguna instrucción, el mensaje desplegado en pantalla indica que la instrucción no puede ejecutarse sin que el eje esté girando.

Sistema de coordenadas de la parte de un programa

Cuando se esté programando una parte, el sistema de coordenadas del programa de partes debe establecerse con referencia al sistema de coordenadas de la máquina. Durante HOMING, los ejes se mueven a la posición HOME. En la posición HOME, las coordenadas de la máquina se fijan a los valores máximos de recorrido, $X = 30.0$ $Y = 12.0$. La posición HOME para X e Y se fija mecánicamente por los contactos HOME de los ejes X e Y y a una marca de referencia cero en los codificadores de retroalimentación de los ejes.

Use el comando SET XYZ para orientar el sistema de coordenadas del programa de partes con referencia a la posición actual de la mesa.

JOG Y o JOG X

La tecla - en el modo JOG está etiquetada como JOG X o JOG Y. Esta tecla cambia desde la actual pantalla JOG a la pantalla JOG para el otro eje. (cualquiera de los ejes que no se encuentre activo).

La tecla + y la tecla - en el modo JOG se usan para alterar la velocidad de alimentación. La tecla + aumenta el valor de avance de alimentación, y la tecla - disminuye el valor de avance de la velocidad de alimentación.

Programación absoluta e incremental

Las coordenadas en una operación pueden registrarse como una entrada de datos bien sea en información ABSOLUTA o INCREMENTAL. Usando la entrada de datos INCREMENTAL, puede registrarse un punto como *la distancia entre la actual posición de la herramienta a la nueva posición*. Utilizando la entrada de datos ABSOLUTA, las coordenadas dan *la distancia desde el origen de la parte del programa a la nueva posición* de la herramienta.

Por ejemplo:

Entrada incremental: X-5.000, Y4.000

Entrada absoluta: X4.000, Y7.000

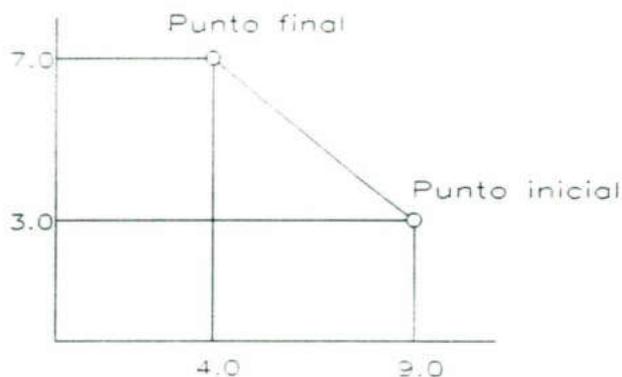


Figura 2.5.- Coordenadas de una línea recta.

Además, puede programarse el punto de centro de un arco bien sea en dimensión INCREMENTAL o ABSOLUTA. En el modo INCREMENTAL el centro del arco se da como la distancia desde el punto de comienzo del arco hasta el centro del arco. En el modo ABSOLUTO el centro del arco se da por sus coordenadas desde el origen del programa de partes.

Por ejemplo:

Entrada incremental: X0.000, Y-4.000, Xc0.000, Yc-2.000
 Entrada absoluta: X-2.000, Y1.000, Xc2.000, Yc3.000

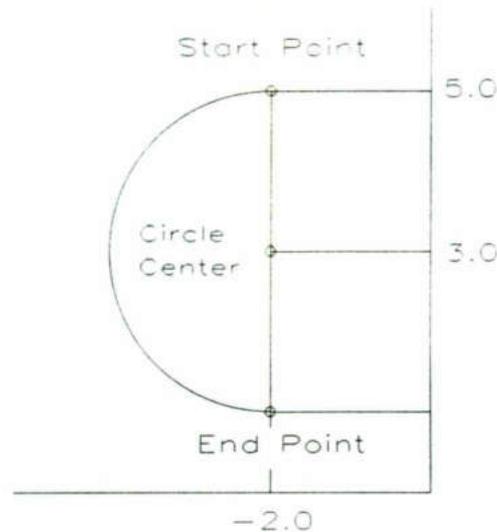


Figura 2.6.- Coordenadas de un arco.

Los comandos POS/DR, M LINE, M ARC, y DR ROW pueden usarse en el modo incremental. Para seleccionar el modo INCREMENTAL, elija uno de estos comandos, luego oprima la tecla +. La ventana de datos se cambia automáticamente para aceptar la entrada de datos INCREMENTAL.

2.4 Usando los comandos DO EVENT

Los comandos DO EVENT requieren que el operador registre datos desde el teclado para poder realizar las funciones seleccionadas. Cada comando en el modo DO EVENT exhibe una ventana de información al lado derecho de la pantalla cuando es seleccionado. Cada ventana de información es diferente, y cada comando requiere de datos distintos. Este capítulo describe cada uno de los comandos DO EVENT en detalle y explica la información requerida para cada comando.

La figura 2.7 muestra la ventana de datos del comando M ARC. La información requerida para este comando incluye la posición del punto final para la herramienta, el punto de centro del arco, o su valor de radio y la velocidad de alimentación de fresado. La dirección (en sentido horario o antihorario) es también requerida para este comando.

En el fondo de la ventana de datos hay tres teclas etiquetadas /GEOM, *CALC, y +INC (esta tecla no aparece en todas las ventanas de datos, aparece como ESC en varios comandos). Estas teclas se usan para seleccionar el menú GEOMETRY HELP, las funciones CALCULATOR, y para seleccionar el modo de registro de datos INCREMENTAL si está disponible. La tecla ESC puede usarse siempre para salir el comando seleccionado. Los modos GEOMETRY HELP y CALCULATOR se describen brevemente abajo.

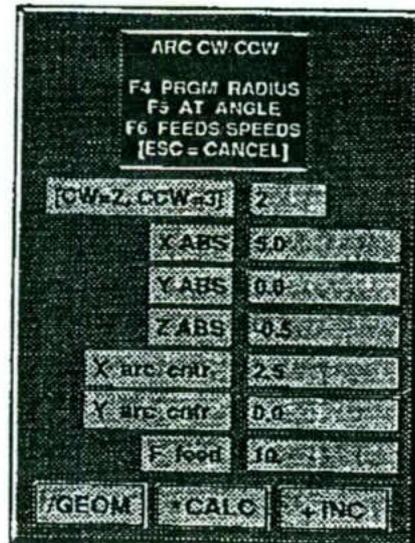


Figura 2.7.- Ventana para captura de datos.

GEOMETRY HELP

La tecla /GEOM selecciona el menú GEOMETRY HELP (ayuda geométrica). Las funciones en este menú se usan para calcular posiciones de puntos basados en datos que pudieran registrarse desde un plano o diseño de parte. Las coordenadas del punto calculado se registran automáticamente dentro del comando DO EVENT cuando terminan los cálculos.

CALCULATOR

La tecla *CALC selecciona el modo CALCULATOR, que puede usarse para registrar o resolver una ecuación matemática para encontrar una coordenada, u otro valor numérico.

0 EXIT

La tecla 0 EXIT en la pantalla principal DO EVENT permite la salida del modo DO EVENT. La imagen regresa luego a la pantalla BASIC OPERATIONS.

Posicionador para taladro (POS/DR)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCION	DEFAULT
POS/DR	Si el campo POS/DR tiene un 0 registrado, la EZ-TRAK se moverá al punto y esperara la siguiente instrucción. Si el campo tiene un 1 registrado, la herramienta se moverá a la nueva locación y avisará al operador que hay que perforar	0
X Y Z	Por medio de las coordenadas X,Y,Z se le dará a conocer a la EZ-TRAK la posición a la cual debe moverse	ABS

Al completar los datos pedidos en la pantalla, la EZ-TRAK registra la instrucción en su memoria como una línea. La línea programada adquiere el siguiente formato.

N	DR/PT	ABS	X	Y	Z
---	-------	-----	---	---	---

Por ejemplo, la línea programada :

0120 DR/PT ABS X2. Y1. Z-0.5

da instrucciones a la EZ-TRAK para moverse desde la posición actual a la posición (2,1). Al operador se le avisa para que perfora un agujero en esa posición a la profundidad de -0.5.

Fresado de una línea recta (M LINE)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCION	DEFAULT
X ABS Y ABS	Coordenadas X e Y del punto final de la linea	ABS
Z depth	Coordenada que muestra la profundidad de fresado	
F feed	Velocidad de alimentación para la operación de fresado	

La línea programada en memoria tiene el siguiente formato.

N	LINE	ABS	X	Y	Z	F
---	------	-----	---	---	---	---

Por ejemplo, la línea programada:

130 LINE ABS X5. Y0. Z0. F10

da instrucciones a la EZ-TRAK para trazar una línea recta desde la posición actual a la posición (5,0). El movimiento de la herramienta lucirá como la figura 2.8.

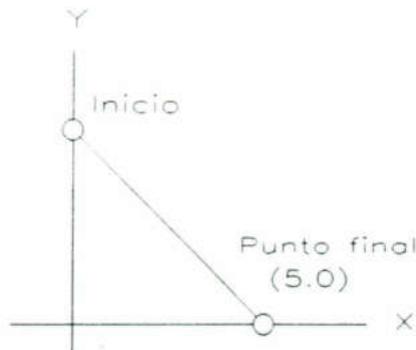


figura 2.8.- Trayectoria de una línea recta.

NOTA: Asegúrese de que el eje esté conectado (girando) antes de ejecutar la operación.

Fresado de un arco (M ARC)

El arco puede especificarse de dos maneras:

- 1.- Por su punto final y las coordenadas del centro del círculo.
- 2.- Si el arco es de 180 grados o menos, por su punto final y el radio del arco.

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
CW / CCW	Dirección en que se va a fresar el arco (sentido horario o antihorario)	
X ABS Y ABS	Coordenadas X e Y del punto final del arco	
Z depth	Coordenada que muestra la profundidad de fresado	
[X arc cntr Y arc cntr]	Coordenadas del punto central del arco	
O [R radius]	Radio del arco (no necesario si se usa arc cntr)	
F feed	Velocidad de alimentación de fresado	

La línea programada en memoria tiene el siguiente formato si se utiliza el punto central.

N	ARC / CNTRPT	ABS	CW	X	Y	Z	XC	YC	F10
---	--------------	-----	----	---	---	---	----	----	-----

O bien, si se utiliza el radio el formato será el siguiente.

N	ARC / RADIUS	ABS	X	Y	Z	R	F
---	--------------	-----	---	---	---	---	---

Por ejemplo, la instrucción:

150 ARC/CNTRPT ABS CW X5. Y0. Z0. XC2.5 YC0. F10.

da instrucciones a la EZ-TRAK para fresar un arco desde la posición actual a la locación (5,0). En esta instrucción el arco esta especificado por su punto central (2.5,0).

Si este mismo arco estuviera programado por el radio del arco luciría así:

150 ARC / RADIUS ABS X5. Y0. Z0. R2.5 F10.

Como se ilustra en la figura 2.9:

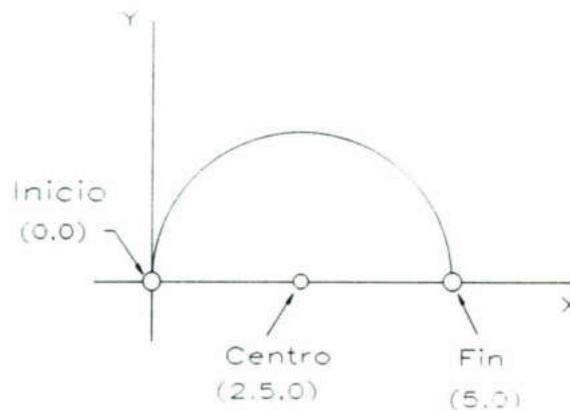


Figura 2.9.- Datos para programar un arco.

Careado de una superficie (FACE)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
------------------------------	-------------	---------

X inc dist.	Distancia incremental a fresarse a lo largo del eje X	INC
Y inc dist.	Distancia incremental a fresarse a lo largo del eje Y	INC
Y stepover (*)	Es el paso sobre el eje Y	
F feed	Velocidad de alimentación	

La línea programada en memoria tiene el siguiente formato.

N	FACE	X	Y	Y*	F
---	------	---	---	----	---

Por ejemplo, la instrucción programada:

160 FACE X7.2 Y2.35 Y.95 F10.

realiza el fresado del bloque de 6.0 por 3.75 mostrado en la figura 2.10.

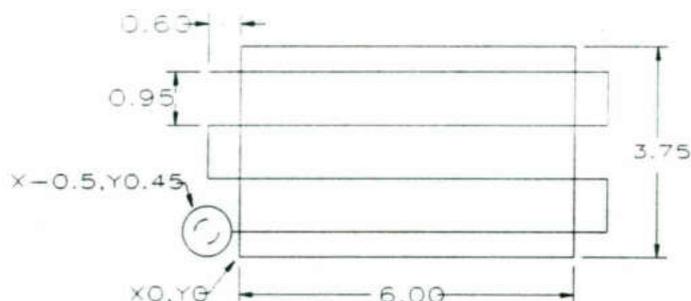


Figura 2.10.- Trayectoria de la herramienta.

NOTA: La herramienta debe estar en el punto de arranque (esquina inferior izquierda) y la profundidad cuando esta operación sea ejecutada. El ciclo FACE sólo se mueve en la dirección -Y.

Rutinas de fresado de cajas o cavidades (M RECT)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
------------------------------	-------------	---------

IN / OUT / PKT	Determina que parte del rectángulo se cortará (0 exterior, 1 interior, 2 cavidad)	0
T DIAM	Diámetro de la herramienta a utilizar	
X cntr Y cntr	Coordenadas del punto central del rectángulo	
Z depth	Profundidad de fresado	
X length	Longitud de la caja (no signada)	
Y width	Ancho de la caja (no signado)	
R blend	Radio de redondeo de esquina (debe ser mayor que el de la herramienta)	
approach	Acercamiento al punto inicial de maquinado	
allowance	Sobremedida para el corte de acabado	
PKT stepover	Paso para cortar la cavidad	
F rough	Velocidad de avance para desbaste	
F finish	Velocidad de avance para acabado	

La línea programada en memoria para el fresado *externo* de una caja tiene el siguiente formato:

N	BOX	OUT	Xc	Yc	Z	XI	Yw	R	Pa	Pf	D	Fr	Ff
---	-----	-----	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----	----

Para el fresado *interior* de una caja:

N	BOX	IN	Xc	Yc	Z	XI	Yw	R	Pa	Pf	D	Fr	Ff
---	-----	----	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----	----

Para el fresado de una *cavidad*:

N	BOX	PKT	Xc	Yc	Z	XI	Yw	R	Pa	Pf	D	Fr	Ff
---	-----	-----	----	----	---	----	----	---	----	----	---	----	----

Ejemplo: Para el fresado *exterior* de una caja se debe considerar los datos de la figura 2.11.

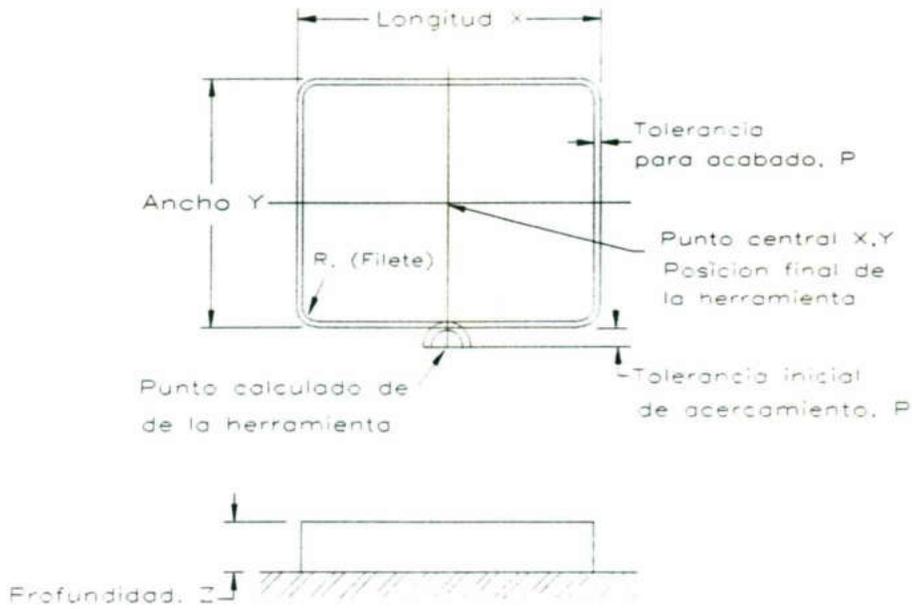


Figura 2.11.- Dtos para el fresaado exterior de una caja.

La instrucción programada:

`BOX OUT X0. Y0. Z-.25 X5.0 Y4.0 R.25 P.2 P.1 D.5 F20. F30.`

hace el fresaado exterior de una caja como se ilustra en la figura 2.12.

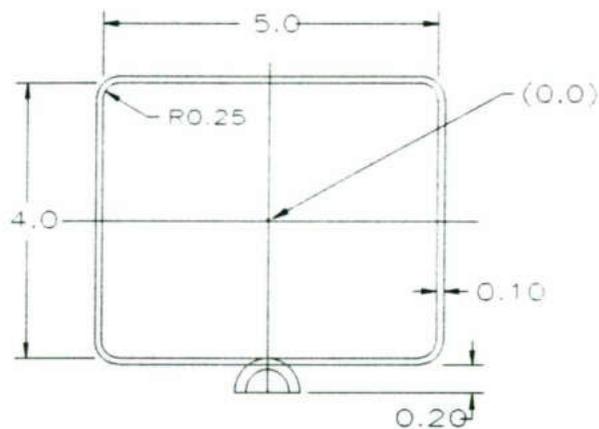


Figura 2.12.- Fresaado exterior de una caja.

Ejemplo: Para el fresaado *interior* de una caja deben tomarse los datos de la figura 2.13.

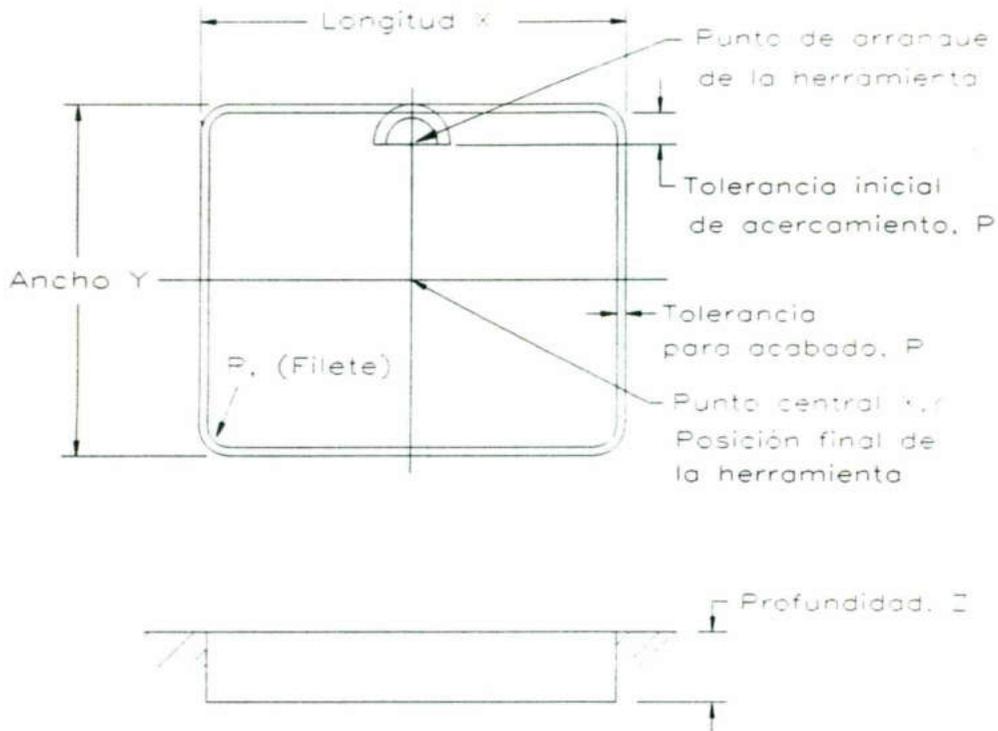


figura 2.13.- Datos para el fresado interior de una caja.

La instrucción programada:

`BOX IN X0. Y0. Z-.25 X5. Y4. R.25 P.2 P.1 D.5 F20. F30.`

hace el fresado interior de una caja como se ilustra en la figura 2.14.

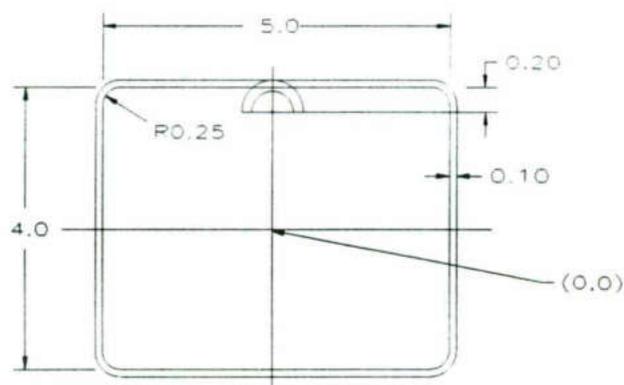


Figura 2.14.- Fresado interior de una caja.

Ejemplo: Para el fresado de una cavidad debe considerarse los datos de la figura 2.15.

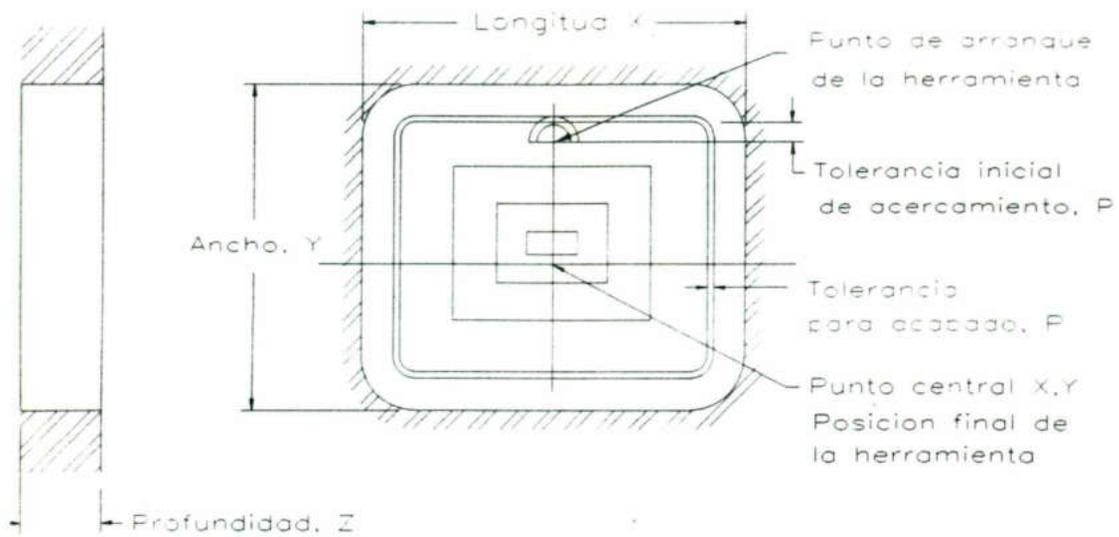


Figura 2.15.- Datos para el fresado de una cavidad.

La instrucción programada:

BOX PKT X0. Y0. Z-.25 X5. Y4. R.25 P.2 P.3 D.5 F20. F30.

realiza el fresado de una cavidad como se ilustra en la figura 2.16.

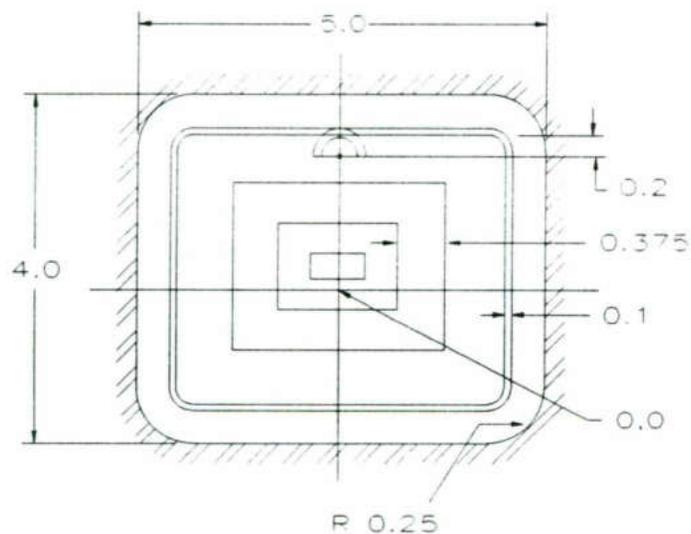


Figura 2.16.- Fresado de una cavidad.

Rutinas de fresado circular (MCIRC)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
INT / OUT / PKT	Determina que es lo que se va a cortar (0 exterior, 1 interior, F4 cavidad)	0
T DIAM	Diámetro de la herramienta	
X arc cntr Y arc cntr	Coordenadas del punto central del círculo	
Z depth	Profundidad de fresado	
R radius	Radio del círculo	
approach	Tolerancia de acercamiento	
allowance	Tolerancia de corte de acabado	
PKT stepover	Paso para cortar la cavidad	
F rough	Velocidad de corte para desbaste	
F finish	Velocidad de corte para el acabado	

La línea programada en memoria para el fresado *exterior* de un círculo tiene el siguiente formato:

N	CIRCLE	OUT	X0.	Y0.	Z-.25	R2.5	P.2	P.1	D.5	F20.	F30.
---	--------	-----	-----	-----	-------	------	-----	-----	-----	------	------

Para el fresado *interno* de un círculo:

N	CIRCLE	IN	X0.	Y0.	Z-.25	R2.5	P.2	P.1	D.5	F20.	F30.
---	--------	----	-----	-----	-------	------	-----	-----	-----	------	------

Para el fresado de una *cavidad* circular:

N	CIRCLE	PKT	X0.	T0.	Z-.25	R2.5	P.2	P.1	P.1875	D.5	F20.	F30.
---	--------	-----	-----	-----	-------	------	-----	-----	--------	-----	------	------

Ejemplo: Para el fresado de un círculo *exterior* debe considerarse los datos de la figura 2.17.

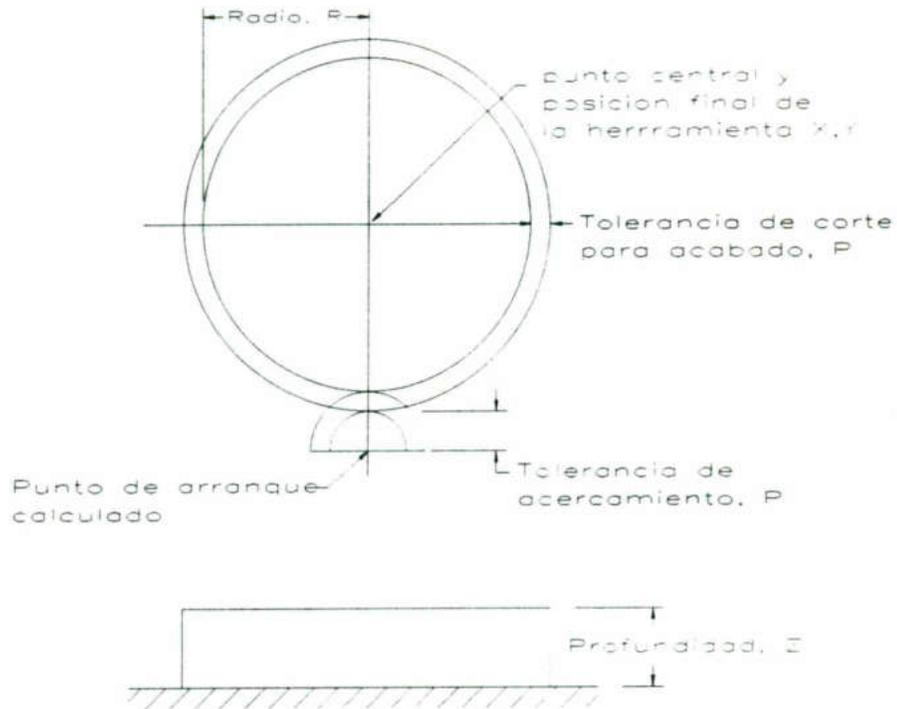


Figura 2.17.- Datos para el fresado exterior de un círculo.

La instrucción programada:

`CIRCLE OUT X0. Y0. Z-.25 R2.5 P.2 P.1 D.5 F20. F30.`

hace el fresado circular *exterior* como lo muestra la figura 2.18.

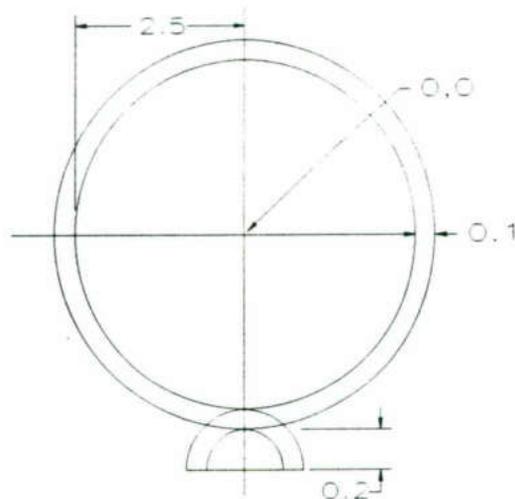


Figura 2.18.- Fresado circular exterior.

Ejemplo: Para el fresado de un círculo *interno* debe considerarse los datos de la figura 2.19.

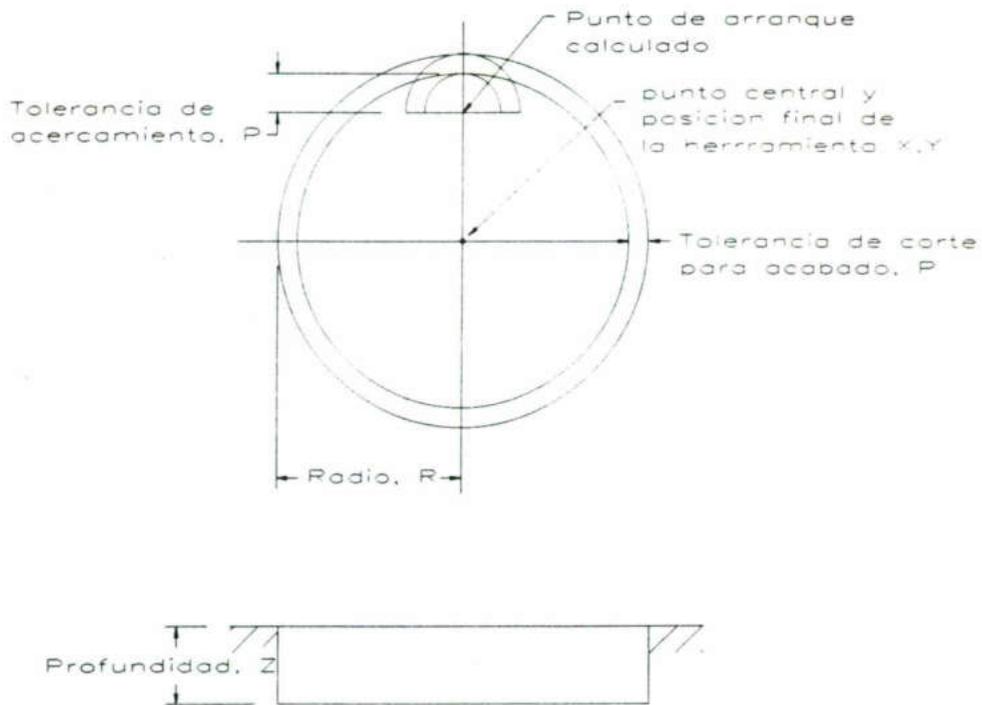


Figura 2.19.- Datos para el fresado interior de un círculo.

La instrucción programada:

`CIRCLE IN X0. Y0. Z-.25 R2.5 P.2 P.1 D.5 F20. F30.`

hace el fresado circular *interior* como lo muestra la figura 2.20.

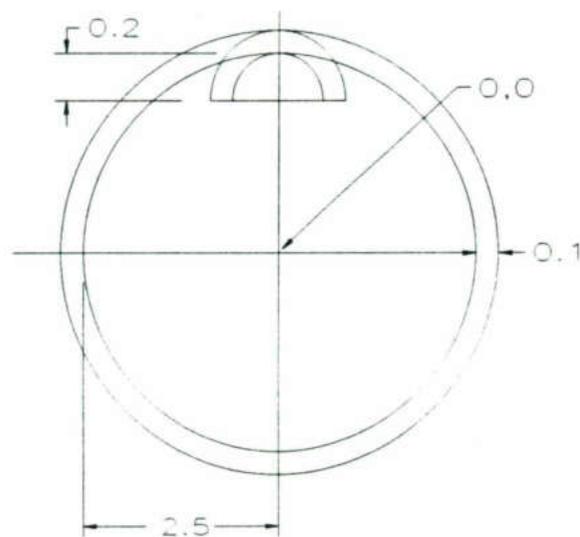


Figura 2.20.- Fresado interior de un círculo.

Ejemplo: Para el fresado circular de una *cavidad* se deben considerar los datos de la figura 2.21.

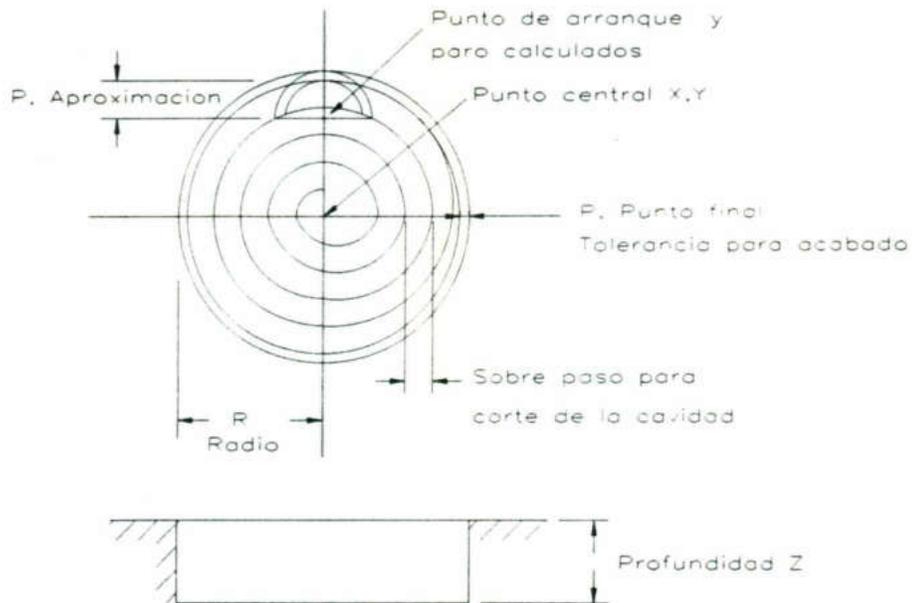


Figura 2.21.- Datos para el fresado circular de una cavidad.

La instrucción programada:

`CIRCLE PKT X0. Y0. Z-.25 R2.5 P.2 P.1 P.1875 D.5 F20. F30.`

hace el fresado circular de una *cavidad* como lo muestra la figura 2.22.

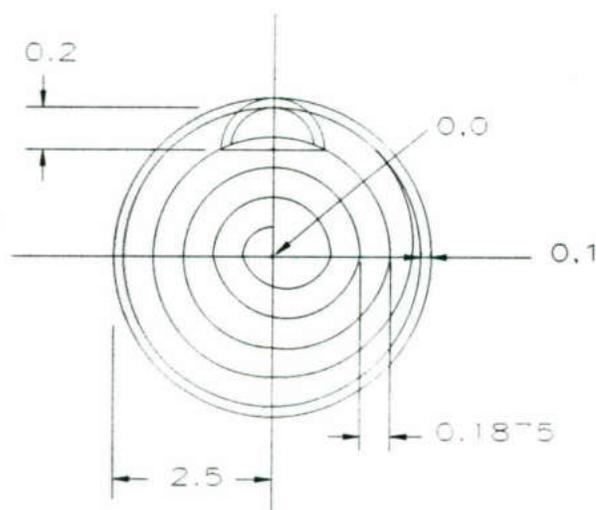


Figura 2.22.- Fresado circular de una cavidad.

Barrenado en línea recta (DR ROW)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
X ABS Y ABS	Coordenadas del punto de arranque para la línea	ABS
Z dr depth	Profundidad de ranurado	
X inc dts	Distancia incremental del inicio al fin de la línea en X	INC
Y inc dts	Distancia incremental del inicio al fin de la línea en Y	INC
# holes	Número de agujeros	

La línea programada en memoria para la *perforación de agujeros linealmente* tiene el siguiente formato:

N	DR / ROW	ABS	X	Y	Z	Xi	Yi	P
---	----------	-----	---	---	---	----	----	---

La instrucción programada:

10 DR/ROW ABS X2.5 Y1.5 Z.1 X3. Y1.5 P4

da instrucción a la EZ-TRAK para taladrar una *secuencia de cuatro barrenos linealmente*, como se ilustra en la figura 2.23.

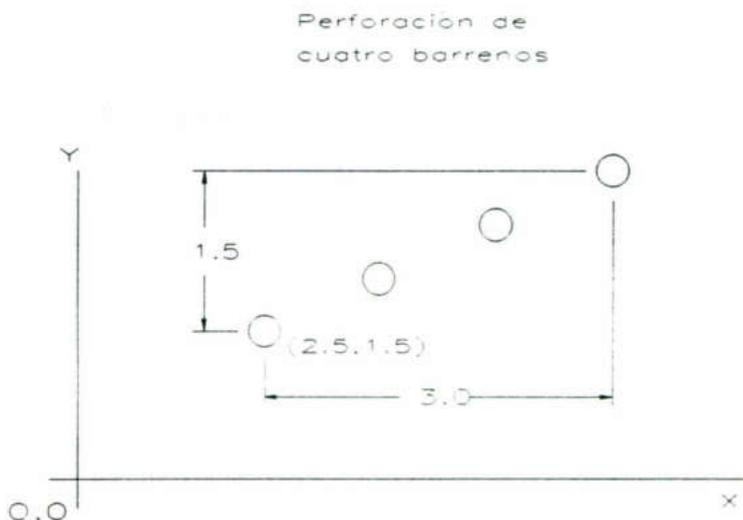


Figura 2.23.- Taladrado lineal.

Ciclo de barrenado sobre el perímetro de un

rectángulo (DR BOX)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
X ABS Y ABS	Coordenadas del punto de arranque (esquina inferior izquierda)	
Z dr depth	Profundidad de barrenado	
X inc dis	Distancia incremental del rectángulo en X	
Y inc dis	Distancia incremental del rectángulo en Y	
# X holes	Número de agujeros en X	
# Y holes	Número de agujeros en Y	

La línea programada en memoria para el barrenado de una *secuencia de agujeros sobre el perímetro de un rectángulo* tiene el siguiente formato.

N	DR / RECT	X	Y	Z	Xi	Yi	Px	Py
---	-----------	---	---	---	----	----	----	----

Por ejemplo la instrucción programada:

20 DR/RECT X2.5 Y2. Z-.1 X3. Y1.5 P7 P4

da instrucciones a la EZ-TRAK para el barrenado de una secuencia de agujeros sobre el perímetro de un rectángulo, como se ilustra en la figura 2.24.

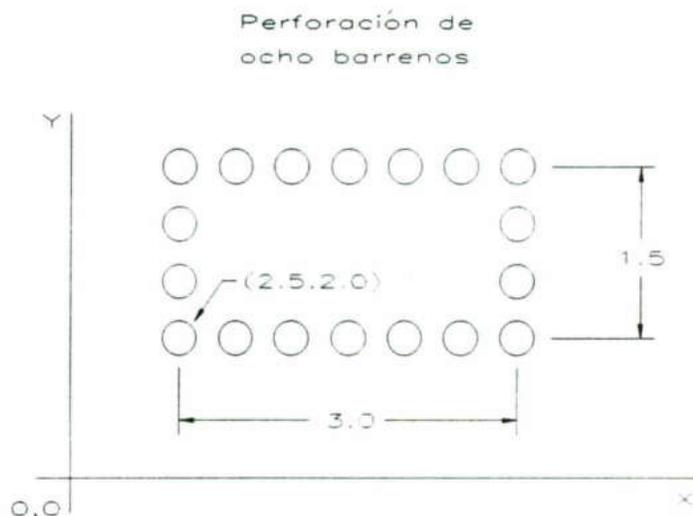


Figura 2.24.- Barrenado rectangular.

Ciclo de barrenado sobre el perímetro de un círculo (DR BC)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
R bc radius	Radio del círculo de los agujeros	
X bc cntr Y bc cntr	Coordenadas del punto del círculo	
Z dr depth	Profundidad de barrenado	
A start	Ángulo de inicio para el primer barreno	
# holes	Número de barrenos	

La línea programada en memoria tiene el siguiente formato:

N	DR/BC	R	X	Y	Z	A	P
---	-------	---	---	---	---	---	---

Por ejemplo la instrucción:

10 DR/BC R1.73 X2. Y3. Z-.5 A30 P6

da instrucciones a la EZ-TRAK para que efectúe un ciclo de barrenado en la periferia de un círculo. Tal como se ilustra en la figura 2.25.

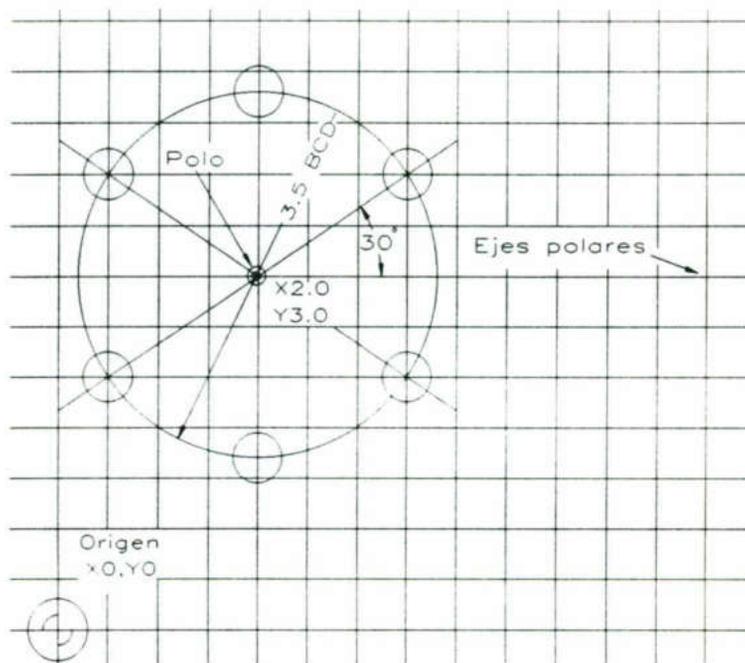


Figura 2.25.- Barrenado circular.

Fresado de una ranura en cualquier ángulo respecto al eje X (M SLOT)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN
T diam	Diámetro de la herramienta
X cntr Y cntr	Coordenadas del punto central de uno de los arcos de la ranura
Z depth	Profundidad de la ranura
out to out	Longitud de la ranura
slot width	Ancho de la ranura
rotation	Rotación angular desde el eje X
F feed	Velocidad de alimentación

La línea programada en memoria para el fresado de una ranura en cualquier ángulo en el eje X, tiene el siguiente formato:

N	SLOT	T	X	Y	Z	L	W	R	F
---	------	---	---	---	---	---	---	---	---

y deben considerarse los datos de la figura 2.26 y 2.27.

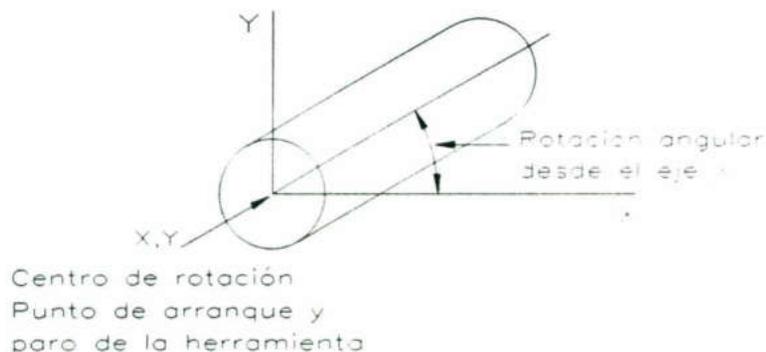


Figura 2.26.- Datos para el fresado de una ranura.

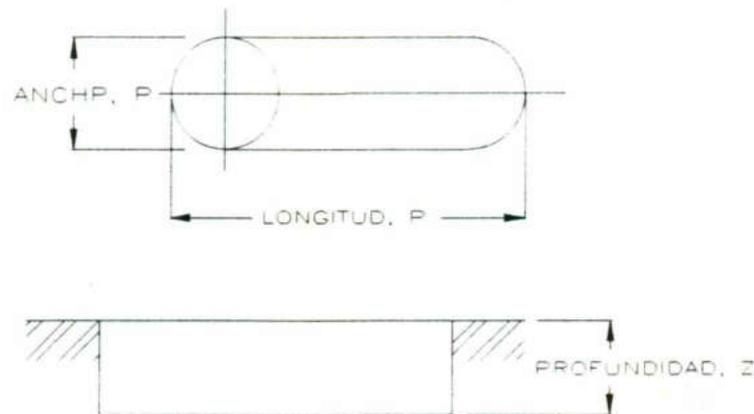


Figura 2.27.- Datos para el fresado de una ranura.

2.5 Operación MDI

Compensación del cortador para formas cóncavas o de muesca (F2 COMPON)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
TOOL LFT / RGT	Dirección de compensación del cortador	
1st DIA	Diámetro de la herramienta para el primer corte	
[approach]	Distancia de acercamiento	
X Start PT Y Start PT	Coordenadas del punto de arranque de la primera línea o arco a ser compensado	
Z approach	Profundidad de acercamiento	
Z mill depth	Profundidad de fresado	
FEED to start PT	Velocidad de alimentación al punto de arranque	
2nd DIA	Diámetro de la herramienta del segundo corte (opcional)	
2nd FEED	Velocidad de alimentación del segundo corte	

Al arrancar la compensación del cortador requiere de algunos movimientos especiales de la herramienta (estos movimientos se calculan y se crean por la EZ-TRAK). Pero para comprender mejor como se crean los movimientos para que la parte pueda diseñarse y cortarse en forma correcta ver figuras 2.28 y 2.29.

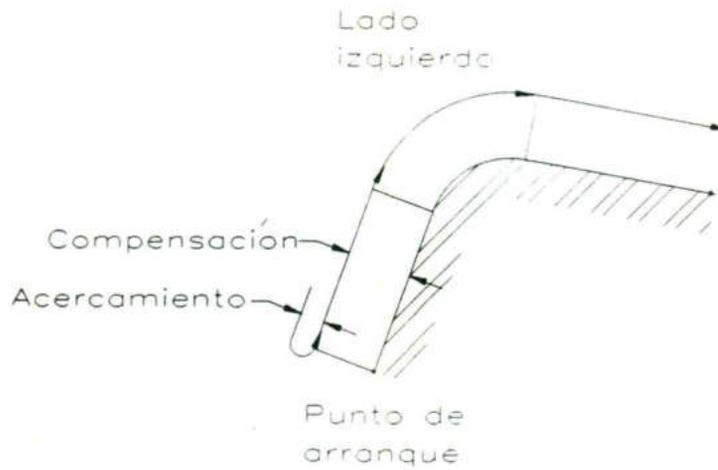


figura 2.28.- Movimientos de compensación de herramienta.

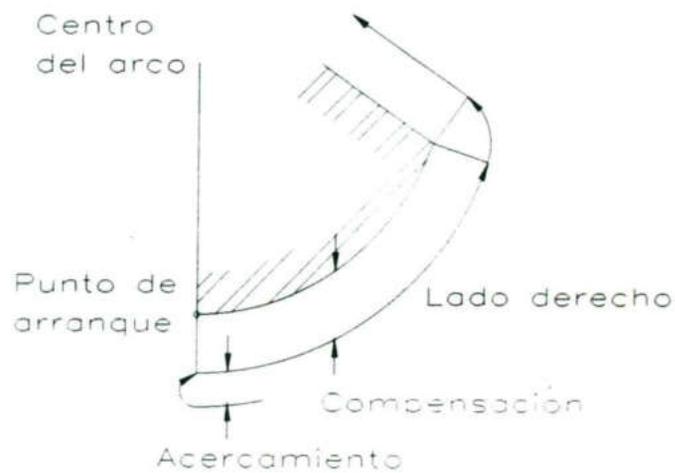


figura 2.29.- Movimientos de compensación de herramienta.

Nota: Cuando se corte una característica cóncava o en forma de muesca (fig. 2.30), el diámetro del cortador no debe ser mayor que el diámetro o ancho de la característica a cortarse.

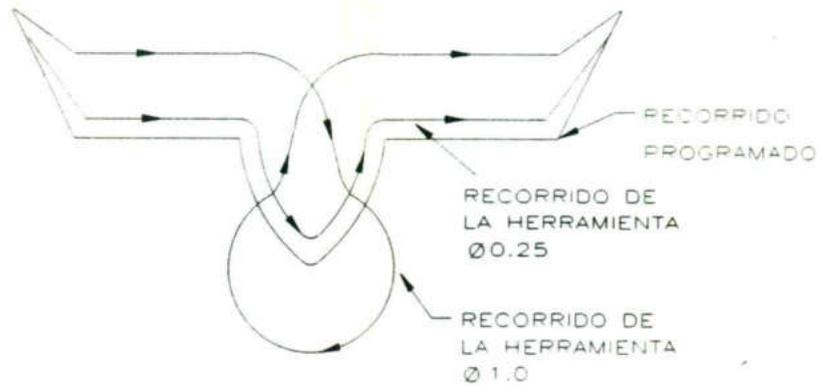


Figura 2.30.- Trayectoria de la herramienta.

No programe dos movimientos lineales consecutivos en la misma línea en compensación del cortador.

Redondeo de esquina en compensación de cortador (corner rounding)

TIPO DE ESQUINA	ANGULO
Esquina interior	> De 180
Esquina exterior	< De 180

Las figuras 2.31 y 2.32 muestran esquinas interiores.
Las figuras 2.33 y 2.34 muestran esquinas exteriores.

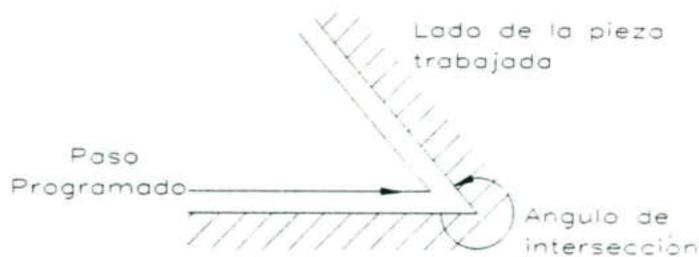


Figura 2.31.- Esquina interior.

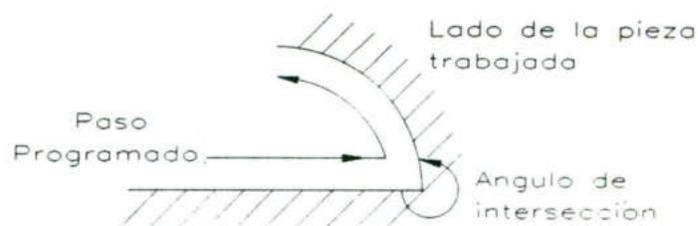


Figura 2.32.- Esquina interior.

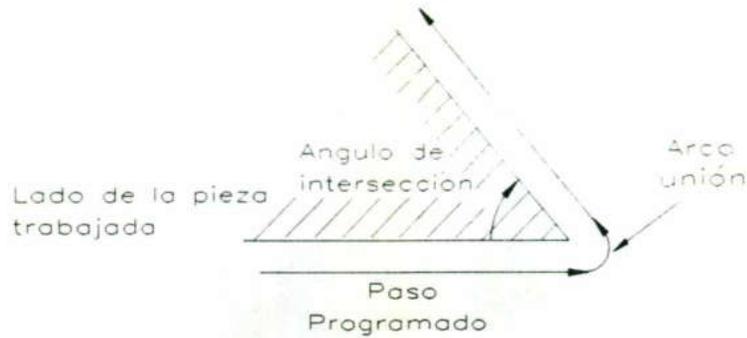


Figura 2.33.- Esquina exterior.



Figura 2.34.- Esquina exterior.

Creación de un arco (BLEND) después de una línea programada (F5 BL LIN)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
X ABS Y ABS	Intersección de la LINE y la siguiente LINE o ARC en el paso de la herramienta	
Z ABS	Profundidad del fresado	
R blend	Radio del arco	
dfr CW / CCW	Dirección del arco	
F feed	Velocidad de alimentación	

La línea programada en memoria tiene el siguiente formato (ver figura 2.35):

N	BLEND / LN	ABS	X	Y	R	CW	F
---	------------	-----	---	---	---	----	---

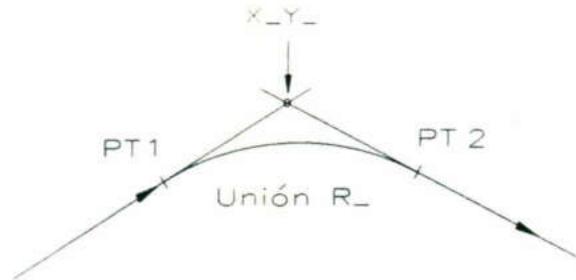


Figura 2.35.- Programación de un arco después de una línea.

Por ejemplo la instrucción programada:

20 BLEND / LN ABS X2. Y3. R.75 CW F10.

Hace que la EZ-TRAK ejecute el paso mostrado en la figura 2.36.

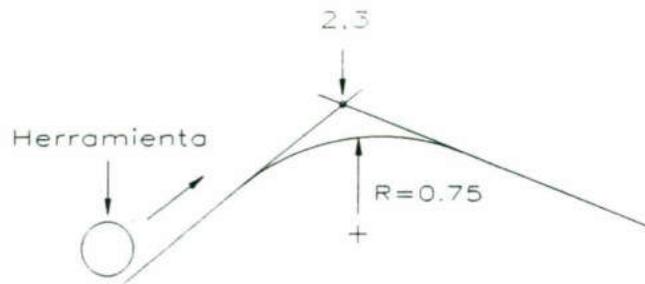


figura 2.36.- Programación de un arco.

Creación de un arco al final de un arco programado (BL ARC).

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
[CW / CCW]	Dirección del ARC programado	
X ABS Y ABS	Punto de intersección del arco y la siguiente línea o arco en el paso (ver figura 2.37)	
Z ABS	Profundidad del fresado	
X arc cntr Y arc cntr	Punto central del arco	
or [R radius]	Radio del arco	
R blend	Radio de unión	
dfr CW/CCW	Dirección del arco blend	
F feed	Velocidad de alimentación	

La línea programada en memoria tiene el siguiente formato:

N	BLEND/ARC/RADIUS	ABS	CCW	X	Y	R1	R2	CW	F
---	------------------	-----	-----	---	---	----	----	----	---

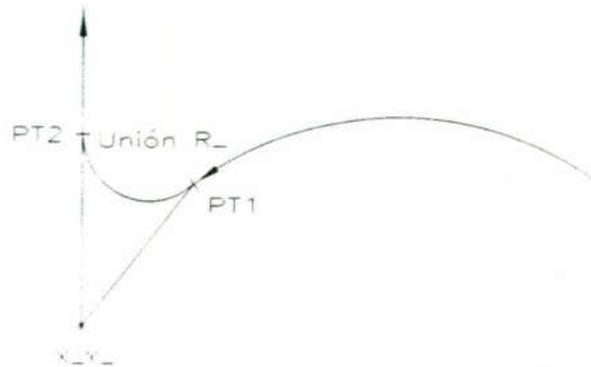


Figura 2.37.- Programación de un arco al final de un arco.

En el ejemplo de la figura 2.37, la herramienta corta el arco a PT1, luego corta el arco blend, y termina en PT2.

La instrucción programada:

0040 BLEND/ARC/RADIUS ABS CCW X2. Y3. R3.5 R.75 CW F20

indica a la EZ-TRACK que ejecute el paso mostrado en la figura 2.38.

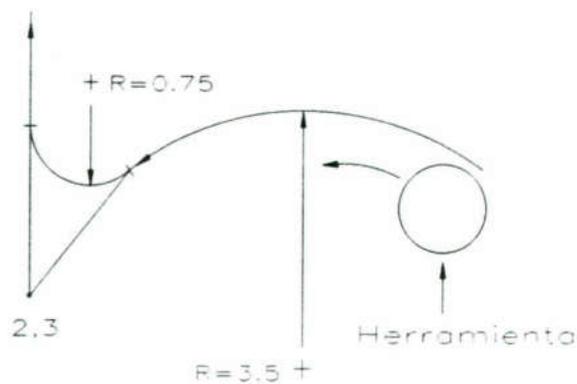


Figura 2.38.- Fresado de dos arcos.

Rotar (ROTATE)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
A	Este parámetro da el ángulo de rotación	0
INC/ABS	Cambia el modo de medir el ángulo de rotación	

Después de usar el comando ROTATE la orientación de la parte debe volverse a fijar en su posición original. esto se hace llamando nuevamente el comando ROTATE en el modo absoluto, con ángulo de cero.

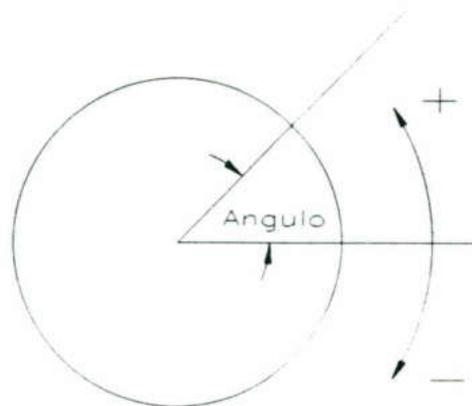


Figura 2.39.- Ángulo de rotación

Repetir (REPEAT)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
repeats	Fija el número de repeticiones	0
X translate	Fija la distancia de separación en el eje X entre cada ejecución	
Y translate	Fija la distancia de separación en el eje Y entre cada ejecución	

Este comando hace que una o mas instrucciones se repitan un número especificado de veces. El comando REPEAT se coloca al comienzo del juego de instrucciones a repetirse y después de la ultima instrucción a repetir (registrar cero en el número de repeticiones).

Desplazamiento (OFFSET)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
X offset	Distancia a desplazarse en la dirección X	0
Y offset	Distancia a desplazarse en la dirección Y	

El comando se usa para mover el sistema de coordenadas de trabajo a otra posición.

Una vez que se activa el comando, permanece en efecto hasta que vuelve a fijarse. Para volver a fijar las coordenadas originales use de nuevo el comando y registre cero para las dos cancelaciones X e Y. Debe hacerse antes del fin del programa.

Espejo (MIRROR)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
Mode	Registra el reflejo deseado 0 Desactiva el comando 1 Reflejo en el eje X 2 Reflejo en el eje Y 3 Reflejo en ambos ejes	

Se usa para crear una imagen de espejo. Una vez que el comando ha sido activado permanece en efecto hasta que vuelve a fijarse. Para volver a fijar la translación, use de nuevo el comando y registre cero para el modo espejo. Esto debe hacerse antes del fin del programa.

Paro de programa (PGMSTOP)

El comando PGMSTOP puede usarse en cuatro formas diferentes:

1) Se usa para colocar un punto de parada de tal forma que el programa se detenga hasta que el operador vuelva a arrancarlo oprimiendo el botón de arranque START, presionar la tecla (F3).

2) Se usa para volver a arrancar automáticamente el programa desde el principio, presionar la tecla (F5).

3) Se usa para detener el programa para que pueda realizarse un cambio de herramienta. Si está programado con el número de herramienta, el control avisará al operador de la máquina para cambiar a la herramienta especificada, presionar la tecla (F4).

4) Se usa para parar la ejecución del programa y efectuar cambio de velocidades de giro de la herramienta, presionar la tecla (+).

Ranura circular (SLOT ARC)

DATOS REQUERIDOS EN PANTALLA	DESCRIPCIÓN	DEFAULT
T DIAM	Díametro de la herramienta	
R arc radius	Radio del arco de la ranura	
X arc cntr	Coordenada X del punto central del arco	
Y arc cntr	Coordenada Y del punto central del arco	
Z depth	Profundidad del arco	
A start angle	Ángulo de inicio del arco de la ranura	
A incr (CCW)	Ángulo final del arco de la ranura (sentido antihorario)	
slot width	Ancho de la ranura	
F feed	Velocidad de alimentación	

Se usa para maquinar una ranura circular.7

La línea programada en memoria tiene el siguiente formato:

N1	SLOT ARC	R2	X2	Y1	Z-.25	A30	A60	P.5	D.25	F10
----	----------	----	----	----	-------	-----	-----	-----	------	-----

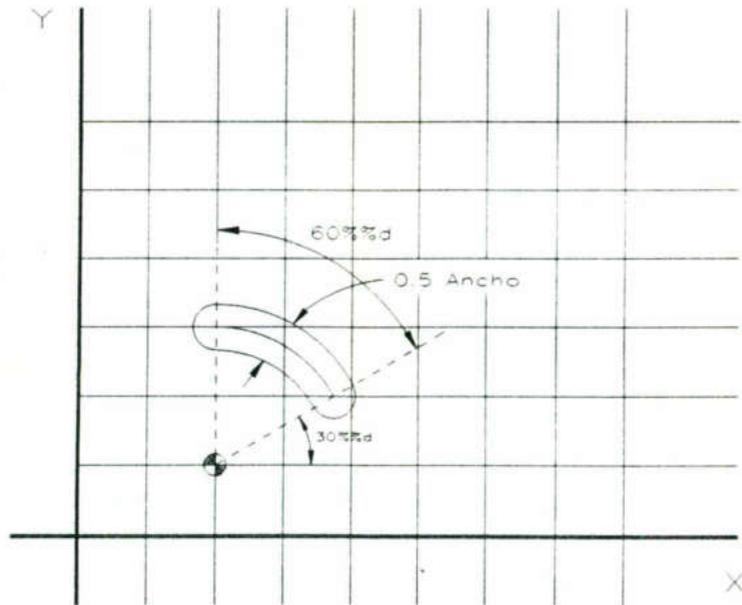


Figura 2.40.- Ranura circular.

Vista previa (VIEW)

Este comando muestra en la pantalla una vista previa de la pieza programada, presionando la tecla (F2 VIEW PART).

2. 6 Ejercicio de programación resuelto

En esta sección se propone una sola práctica. Sin embargo, en ella se ocupa la mayoría de los comandos de programación incluyendo el uso de subprogramas.

Cabe mencionar que la práctica supone que el alumno tiene ya conocimientos básicos del funcionamiento de la máquina, en caso contrario, el alumno debe solicitar asesoría al profesor.

Práctica No. 1

Maquinar a partir de un bloque de 148 x 21x49 mm La pieza que se ilustra en el plano No. 21 (página 61), utilizando principalmente subprogramas, ciclos de ranurado y cajeteado.

Objetivo

El propósito de la práctica es que el alumno se familiarice con la programación y operación de la fresadora EX-TRAK en funciones como manejo de ciclos y subprogramas, así como en lo mecánico, el alumno tomará experiencia en los cambios de herramienta, montaje etc.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Micrómetro o Calibrador tipo Vernier
- d) Transportador
- e) Calibrador de alturas
- f) Punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador
- i) Compás de puntas
- j) Juego de clamps de sujeción
- k) Juego de boquillas con llave

Descripción de la práctica

Cara frontal

El primer paso a seguir es sin duda la programación. Ya que la pieza requiere de una gran cantidad de subprogramas, es conveniente empezar por programar cada uno de ellos.

Subprograma para letras.- Cada letra de las que se indican en el plano corresponde a un subprograma que correrá bajo un programa principal. En este caso, cada subprograma empieza y termina en el mismo eje horizontal es decir que si se pone un punto de inserción para un subprograma, en este punto puede posicionarse cualquier subprograma de letra y el punto final del subprograma será el mismo para todos los casos.



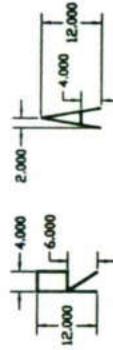
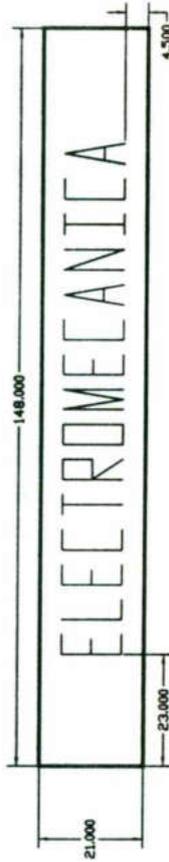
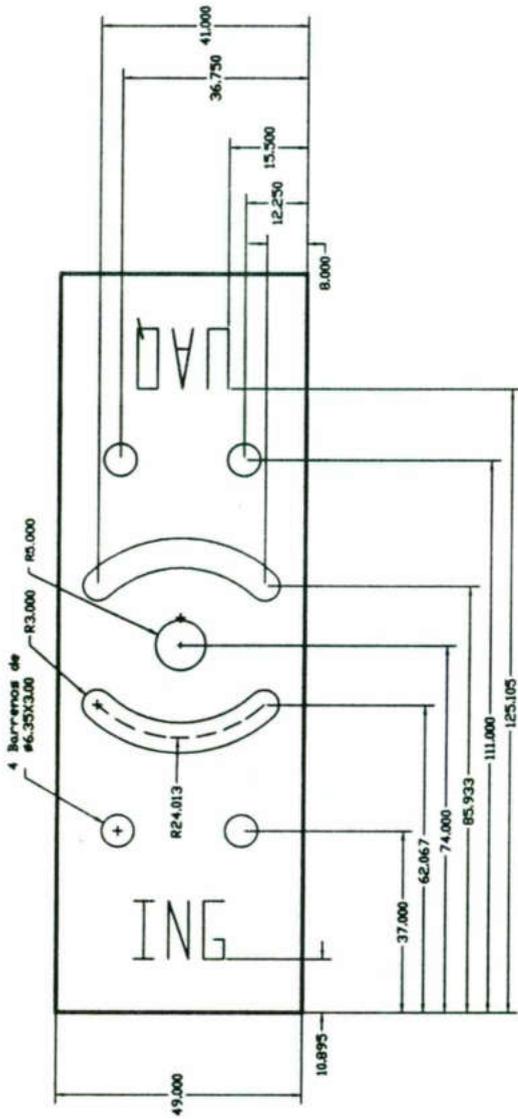
Figura 2.39.

El subprograma debe describir la trayectoria de la herramienta, por ejemplo, para el subprograma que ejecute la letra "T" de la fig. 2.39, suponiendo que la herramienta está a punto de rozar con el material es el siguiente:

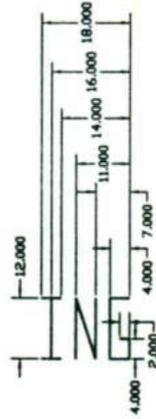
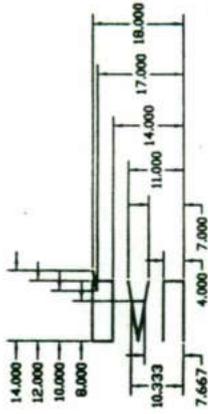
```

10 LINE INC X2. Y0. Z0. F10
20 LINE INC X0. Y0. Z.-1.5 F10.
30 LINE INC X0. Y12. Z0. F10.
40 LINE INC X-2. Y0. Z0. F10.
50 LINE INC X4. Y0. Z0. F10.
60 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
70 LINE INC X0. Y-12. Z0 F20.
  
```

Línea	Descripción
10	La herramienta se desplaza linealmente 2 mm en el eje X, partiendo del punto de origen (sin cortar)
20	La herramienta penetra 1.5 mm (empieza a cortar)
30	La herramienta se desplaza linealmente 12mm sobre el eje Y (cortando)
40	La herramienta se desplaza 2 mm linealmente a la izquierda sobre el eje X (cortando)
50	La herramienta se desplaza 4 mm linealmente a la derecha sobre el eje X (cortando)
60	La herramienta se eleva 2 mm (deja de cortar)
70	La herramienta de desplaza 12 mm sobre el eje Y para llegar al punto final (sin cortar).



NOTA: - TODAS LAS LETRAS TIENEN EL MISMO ANCHO Y EL MISMO ALTO
 - MAQUINAR LETRAS CON CORTADOR DE $\phi 1\text{mm}$
 - TOLERANCIAS NO INDICADAS SON ± 0.160



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECHANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO			
Nombre de dibujo: Base para copa			
Dibujo: MMU	No. Plano: 21	Materia: Aluminio	Escala: S/E
Revisor: JPBR	Aprobado: Man C. Aurelio Dominguez G.	Acreditacion: mfm	Fecha: 13/feb/99
Este dibujo deberá estar aprobado antes de la fabricación			

En este caso, como los subprogramas son consecutivos para formar una palabra, se puede programar el espacio entre letras en el mismo subprograma, es decir, en vez de que en el programa principal tenga que estar posicionando el punto de inicio de cada subprograma o letra, se puede programar en el subprograma el punto de inicio de la letra siguiente.

Una vez que se tiene cada subprograma, se procede a hacer el programa principal, que es el que llamará a cada subprograma. Para formar la palabra "ELECTROMECÁNICA" que es la que se pide en la cara frontal, se necesitan 7 subprogramas, uno para cada letra, una vez que se hayan programado, se procede a la captura del programa principal.

Subprograma 80, letra "E"

```
0000 EZTRAK SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 || TOOLCHG T1
0020 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X4. Y0. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X-4. Y0. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X0. Y6. Z-1.5 F10.
0060 LINE INC X3. Y0 Z-1.5 F10.
0070 LINE INC X-3. Y0. Z-1.5 F10.
0080 LINE INC X0. Y6. Z-1.5 F10.
0090 LINE INC X4. Y0. Z-1.5 F10.
0100 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0130 LINE INC X3. Y-12. Z2. F20.
```

Subprograma 81, letra "L"

```
0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X4. Y0. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X-4. Y0. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X0. Y12. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0130 LINE INC X7 Y-12. Z2. F20.
```

Subprograma 82, letra "C"

```
0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 LINE INC X0. Y0 Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X4. Y0 Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X-4. Y0 Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X0. Y12. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X4. Y0 Z-1.5 F10.
0060 LINE INC X0. Y0 Z2. F10.
0140 LINE INC X3. Y-12. Z2. F20.
```

Subprograma 83, letra "T"

0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X0. Y12. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X-2. Y0. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X4. Y0. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0140 LINE INC X3. Y-12. Z2. F20.

Subprograma 84, letra "R"

0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X0. Y12 Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X4. Y0. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X0. Y-6. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X-4 Y0. Z-1.5 F10.
0060 LINE INC X4. Y-6. Z-1.5 F10.
0070 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0080 LINE INC X3. Y0. Z2. F20.

Subprograma 85, letra "O"

0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X0. Y12. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X4. Y0. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X0. Y-12. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X-4 Y0. Z-1.5 F10.
0060 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0160 LINE INC X7. Y0. Z2. F20.

Subprograma 86, letra "M"

0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X0. Y12. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X2. Y-12. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X2. Y12. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X0. Y-12. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0160 LINE INC X3. Y0. Z2. F20.

Subprograma 87, letra "A"

```
0000 EZTRAK|SX 1 MODE|INCH |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X2. Y12. Z-1.5 F10
0020 LINE INC X2. Y-12. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X-.667 Y4. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X-2.667 Y0. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0170 LINE INC X6.333 Y-4. Z2. F20.
```

Subprograma 88, letra "N"

```
0000 EZTRAK|SX 1 MODE|INCH |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X0. Y12. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X4. Y-12. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X0. Y12. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0180 LINE INC X3. Y-12. Z2. F20.
```

Subprograma 89, letra "I"

```
0000 EZTRAK|SX 1 MODE|INCH |MON APR 07 12:12:48 1997
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X4. Y0. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X-2. Y0. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X0. Y12 Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X-2.0 Y0. Z-1.5 F10.
0060 LINE INC X4. Y0.0 Z-1.5 F10.
0070 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0190 LINE INC X3. Y-12. Z2. F20.
```

Programa principal.- La estructura de este programa contiene los cambios de herramienta, la llamada a subprogramas y la ejecución de otros ciclos.

Una vez que se tiene la dimensión de cada letra y los espacios entre letras, se procede a centrarlos en la cara en que se van a maquinar, esto con el fin de encontrar el punto inicial de el primer subprograma y que a su vez es la primer letra.

En este caso la programación puede ser de manera absoluta, y para ello conviene fijar el punto cero de las coordenadas en la parte inferior izquierda de la cara a maquinar como ilustra la figura 2.40.



Figura 2.40. Punto de inicio de subprogramas.

Programa principal 1, "ELECTROMECAÁNICA"

```

0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 08:45:51 1999
0010 || TOOLCHG T1
0020 RAPID ABS X22.5 Y4.5 Z2.
0030 LINE ABS X22.5 Y4.5 Z2. F10.
0040 DO|SUBPRGM[PGM] 80
0050 DO|SUBPRGM[PGM] 81
0060 DO|SUBPRGM[PGM] 80
0070 DO|SUBPRGM[PGM] 82
0080 DO|SUBPRGM[PGM] 83
0090 DO|SUBPRGM[PGM] 84
0100 DO|SUBPRGM[PGM] 85
0110 DO|SUBPRGM[PGM] 86
0120 DO|SUBPRGM[PGM] 80
0130 DO|SUBPRGM[PGM] 82
0140 DO|SUBPRGM[PGM] 87
0150 DO|SUBPRGM[PGM] 88
0160 DO|SUBPRGM[PGM] 89
0170 DO|SUBPRGM[PGM] 82
0180 DO|SUBPRGM[PGM] 87

```

Línea	Descripción
0	Línea por default (la designa la máquina)
10	Selección de herramienta
20	<i>Acercamiento rápido</i> de la herramienta al punto inicial
30	<i>Posicionamiento</i> de la herramienta al punto inicial del primer subprograma
40-180	Llamada de subprogramas

Cara superior

Para maquinar la cara superior se requieren dos subprogramas para letras, un ciclo de cajeteado circular y un ciclo de barrenado.

La elaboración de los subprogramas para las letras se hace de manera similar a las de la cara frontal incluso el primer subprograma tiene programado el punto de inserción del segundo subprograma, sólo que en esta ocasión las letras están alineadas verticalmente. Para este caso se hace un subprograma para las letras "ING" y otro para "UAQ", las letras tienen la misma medida que en la cara frontal y el punto de intersección se da en la esquina inferior izquierda (figura 4.41.).

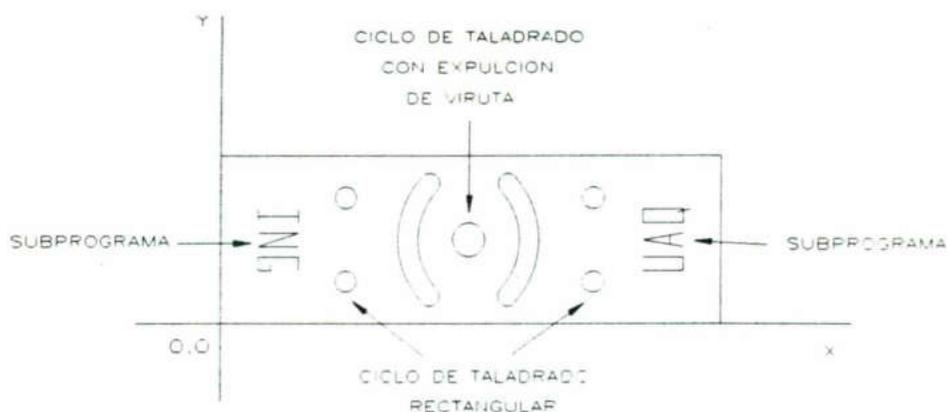


Figura 4.41.- Estructura de programa.

Subprograma para "ING"

```

0000 EZTRAK|SX 1 MODE|INCH |SUN FEB 01 12:20:24 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X4. Y0. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X0. Y2. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X0. Y-2. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X-4. Y0. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X0. Y4. Z-1.5 F10.
0060 LINE INC X12. Y0. Z-1.5 F10.
0070 LINE INC X0. Y-4. Z-1.5 F10.
0070 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0080 LINE INC X0. Y7.5 Z2. F10.
0090 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0100 LINE INC X-12. Y0. Z-1.5 F10.
0110 LINE INC X12. Y4. Z-1.5 F10.
0120 LINE INC X-12. Y0. Z-1.5 F10.
0100 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0120 LINE INC X0. Y3. Z2. F20.
0120 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0130 LINE INC X0. Y4. Z-1.5 F10.
0140 LINE INC X0. Y-2. Z-1.5 F10.
0150 LINE INC X12. Y0. Z-1.5 F10.
0160 LINE INC X0. Y2. Z-1.5 F10.
0170 LINE INC X0. Y-4. Z-1.5 F10.
0180 LINE INC X0. Y0 Z2. F10.

```

Subprograma para "UAQ"

```

0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 12:20:24 1999
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X12 Y0. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X0. Y4. Z-1.5 F10.
0040 LINE INC X-12. Y0. Z-1.5 F10.
0050 LINE INC X0. Y0. Z2 F10.
0060 LINE INC X12 Y3 Z2 F10.
0070 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0080 LINE INC X-12 Y2 Z-1.5 F10.
0090 LINE INC X12. Y2 Z-1.5 F10.
0100 LINE INC X-2 Y-.333 Z-1.5 F10.
0110 LINE INC X0. Y-3.333 Z-1.5 F10.
0120 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0130 LINE INC X2. Y6.333 Z2. F20.
0140 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0150 LINE INC X-12 Y0. Z-1.5 F10.
0160 LINE INC X0. Y4 Z-1.5 F10.
0170 LINE INC X12. Y0. Z-1.5 F10.
0180 LINE INC X0. Y-4. Z-1.5 F10.
0190 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0000 LINE INC X-2. Y3. Z2. F20.
0010 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0020 LINE INC X4. Y1. Z-1.5 F10.
0030 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.

```

Programa principal.- El programa principal contiene los puntos de inserción de cada subprograma y de cada ciclo, además de las herramientas que se usarán en cada caso.

```

0000 EZTRAK|SX 1 MODE|MM |SUN FEB 01 12:20:24 1999
0010 || TOOLCHG T1
0020 LINE ABS X10.895 Y15.50 Z2. F20.
0030 LINE INC X0. Y0. Z-1.5 F10.
0040 DO|SUBPRGM|[PGM] 90
0050 LINE ABS X125.5 Y15.5 Z2. F20.
0060 DO|SUBPRGM|[PGM] 91
0070 LINE ABS X74.0 Y24.5 Z2. F20.
0080 || TOOLCHG T2
0090 DR|PT ABS X0. Y0. Z-10.5
0100 LINE INC X0. Y0. Z2. F10.
0110 LINE ABS X37. Y12.25 Z2. F20.
0120 || TOOLCHG T3
0130 DR|RECT X37. Y12.25 Z-3.5 X74. Y24.5 P2 P2
0140 LINE INC X0. Y0. Z2. F10
0150 RAPID ABS X62.067 Y8 Z2.
0160 || TOOLCHG T4
0170 LINE ABS X62.067 Y8 Z-2.0 F10.
0180 ARC|RADIUS ABS CW X62.067 Y41 Z-2.0 R24.013 F10.
0190 LINE ABS X62.067 Y41. Z2. F10.
0200 RAPID ABS X85.933 Y8 Z2.
0210 LINE ABS X85.933 Y8 Z-2. F10.
0220 ARC|RADIUS ABS CCW X85.933 Y41 Z-2. R24.013 F10.
0230 LINE ABS X85.933 Y41 Z2. F10.

```

Línea	Descripción
0	Renglón designado por la máquina
10	Selección de herramienta 1
20	Posicionamiento en el punto de inicio de subprograma "ING"
30	Penetración de herramienta
40	Llamada de subprograma 90 "ING"
50	Posicionamiento en el punto de inicio de subprograma "UAQ"
60	Llamada de subprograma 91 "UAQ"
70	Posicionamiento para el barrenado central
80	Cambio a herramienta 2
90	Ciclo de barrenado con expulsión de viruta
100	Salida de herramienta
110	Posicionamiento para inicio de ciclo de barrenado rectangular
120	Cambio a herramienta3
130	Ciclo de barrenado rectangular
140	Salida de la herramienta
150	Posicionamiento en el punto inicial del arco
160	Cambio a herramienta 4
170	Penetración de herramienta
180	Maquinado de un arco en sentido horario
190	Salida de la herramienta
200	Posicionamiento rápido en el punto inicial del segundo arco
210	Penetración de herramienta
220	Maquinado de un segundo arco en sentido antihorario
230	Salida de herramienta

Herramientas

Herramienta 1.- Fresa vertical de 1mm de diámetro (para letras)

Herramienta 2.- Broca de 6mm

Herramienta 3.- Broca de 10mm

Herramienta 4.- Cortador vertical punta de bola

2.7 Prácticas propuestas de programación

Práctica No. 2

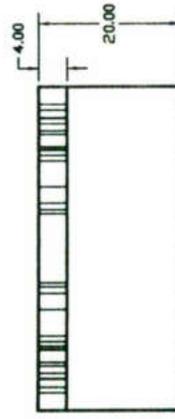
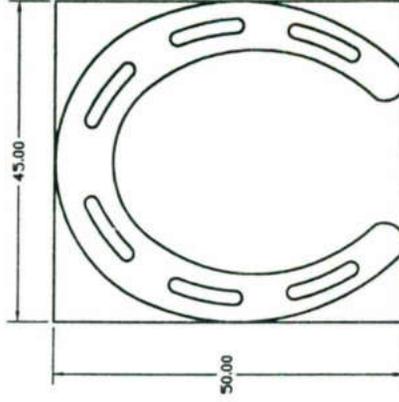
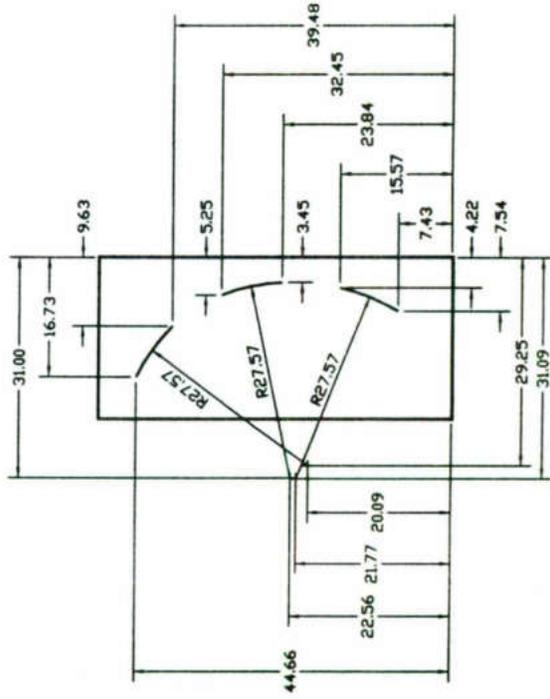
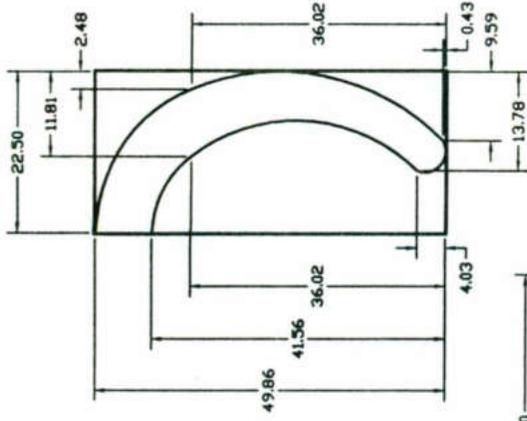
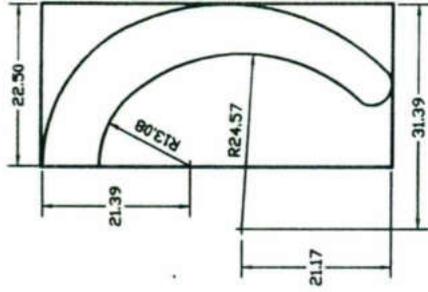
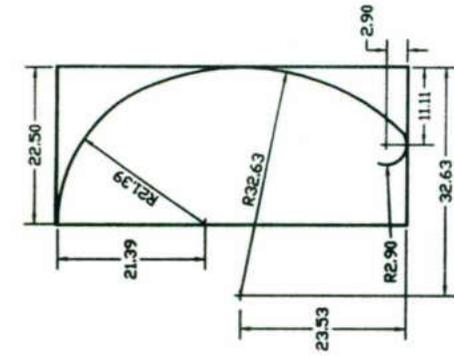
Utilizar los conocimientos adquiridos para maquinar la pieza que se ilustra en el plano No.22, haciendo uso de los comandos MIRROR, M ARC y BL ARC. Utilizando la fresadora EZ-TRAK SX.

Objetivo

El propósito de este ejercicio es que el alumno afirme su conocimiento en el uso de la fresadora EZ-TRAK SX. Además de familiarizarse con el fresado de ranuras y el maquinado de arcos así como de otros comandos básicos.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Calibrador tipo Vernier
- d) Transportador
- e) Calibrador de alturas
- f) Punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador
- i) Compás de puntas
- j) Juego de clamps de sujeción
- k) Juego de boquillas con llave



Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
-	1	Herradura	Aluminio 50X50X20	Maquinar en Relieve

Tolerancias no indicadas
son ± 0.100

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECHANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO							
Nombre de dibujo: Herradura							
Dibujo:	M.H.U	No. Plano:	22	Material:	Aluminio	Escala:	S/E
Revisó:	J.P.B.R	Aprobó:	M. en C. Aurelio Dominguez G.	Acotación:	mm	Fecha:	17/feb/99
Este dibujo deberá estar aprobado antes de la fabricación							

Práctica No. 3

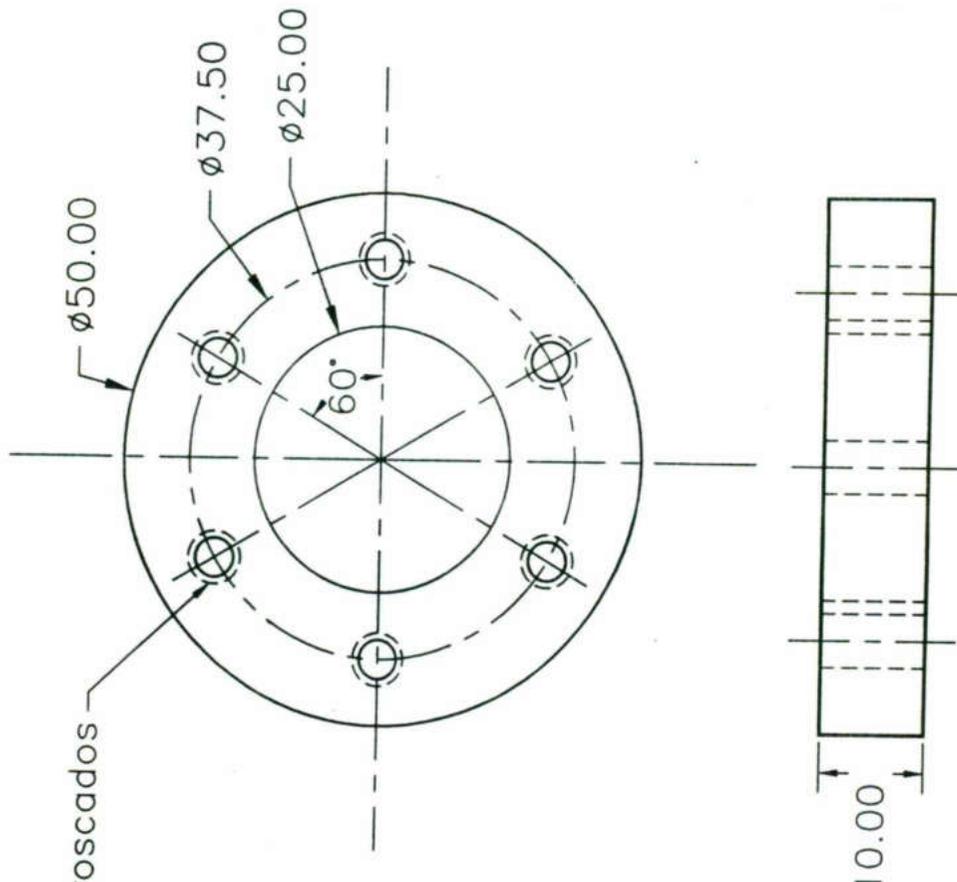
Utilizar los conocimientos adquiridos en clase para maquinar la pieza que se ilustra en el plano No. 23, incluyendo en la programación el comando BR/BC para realizar una serie de machueledos utilizando la fresa EZ - TRAK SX.

Objetivo

El alumno pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en el maquinado de barrenos sobre el perímetro de un círculo, además de practicar el machueleado haciendo uso de la fresadora.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Calibrador tipo Vernier
- d) Transportador
- e) Calibrador de alturas
- f) Punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador
- i) Compás de puntas
- j) Juego de clamps de sujeción
- k) Juego de boquillas con llave
- l) Juego de machuelos milimétricos



6 Barrenos roscados
 $\phi 5.00$

10.00

Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
-	1	Brida	Aluminio 52X52X12	Matar filos

Tolerancias no indicadas
 SON ± 0.100

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
 FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA
 CAMPUS SAN JUAN DEL RIO

Nombre de dibujo: Brida

Dibujó:	MMU	No. Plano:	23	Material:	El especificado	Escala:	3/4
Revisó:	JPBR	Aprobó:	N. en. C. Aurelio Dominguez G.	Acotación:	mm	Fecha:	13/feb/99
				Este dibujo deberá estar aprobado antes de la fabricación.			

CAPITULO III
FRESADORA CNC VCM 100 EMCO

3.1 Características técnicas de la fresadora VMC 100

Zona de trabajo	
Recorrido del carro longitudinal (X)	185 mm
Recorrido del carro transversal (Y)	95 mm
Recorrido del carro vertical (z)	200 mm
Dimensiones máximas de pieza a maquinar (longitud x ancho x alto)	190 x 100 x 60 mm
Carril Z útil	100 mm
Distancia de la nariz del husillo a la superficie de la mesa	95-195 mm
Mesa de fresado	
Superficie de la mesa (longitud x ancho)	425 x 125 mm
Carga máxima sobre la mesa	10 kg
2 Ranuras en T	11 mm
Separación de ranura en T	90 mm
Husillo portafresas	
Apoyo del husillo	Diámetro 40 mm
Tipo de apoyo	Rodamientos
Sujeción de la herramienta	Automático
Accionamiento del husillo portafresas	
Motor principal	600/800 w
Tipo	Transmisión directa
Gama de velocidades	10-4000 rev/min
Máximo par transmisible	8.4 Nm
Acondicionamiento del avance	
Avance de los ejes X, Y y Z	1-1200 mm/min
Marcha rápida de los ejes X, Y y Z	3 m/min
Fuerza en los ejes X, Y y Z	1200 N
Sistemas de herramientas	
Depósito de herramientas	Tambor con lógica de dirección
Número de unidades de herramientas	10
Máximo peso de la herramienta permisible	0.7 kg
Máximo diámetro de la herramienta	50 mm

Tabla 3.1.- Característica técnicas de la máquina.

3.2 Comandos de programación G

Son las instrucciones que definen el recorrido de la herramienta en el programa de CNC. Los programas CNC pueden ser nombrados con los números del 0 al 6999 y los números de programas de las piezas en bruto son del 7000 al 9999

GRUPO	FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	
0	G00	Marcha rápida	
	G01	Interpolación lineal	
	G02	Interpolación circular en el sentido horario	
	G03	Interpolación circular en el sentido antihorario	
	G04	Tiempo de espera	*
	G72	Definición de la figura de taladro circular	
	G74	Definición de la figura de taladro rectangular	
	G81	Taladrado, centraje	
	G82	Taladrado, avellanado plano	
	G83	Taladrado de orificios profundos con excavación	
	G84	Taladrado de roscas	
	G86	Taladrado de orificios profundos con rotura de viruta	
	G87	Ciclo de cajeteado rectangular	
	G88	Ciclo de cajeteado circular	
	G89	Ciclo de fresado de ranuras	
2	G94	Indicación de avance en mm/min o 1/100 pulgadas/min	
	G95	Indicación de avance en mm/revolución o 1/10.000 pulgadas/revolución	**
3	G53	Desactivación del desplazamiento 1 y 2	**
	G54	Llamada del desplazamiento 1	

Tabla 3.2.- Distribución en grupos y estados de puesta en marcha de las funciones G.

GRUPO	FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	
	G55	Llamada del desplazamiento 2	
4	G92	Aplicar desplazamiento 5	*
5	G56	Desactivación del desplazamiento 3, 4, 5	**
	G57	Llamada del desplazamiento 3	
	G58	Llamada del desplazamiento 4	
	G59	Llamada del desplazamiento 5	
6	G25	Llamada de subprograma	
	G27	Salto incondicional	
7	G70	Indicación de medidas en pulgadas	
	G71	Indicación de medidas en mm	
8	G40	Suspensión 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	
9	G17	Primer cambio de eje	**
	G18	Segundo cambio de eje	***
	G19	Tercer cambio de eje	***
	G20	Cuarto cambio de eje	***
	G21	Quinto cambio de eje	***
	G22	Sexto cambio de eje	***
11	G98	Retroceso al plano de inicio	**
	G99	Retroceso al plano de retroceso	
12	G73	Ejecución de la figura a taladro circular	
	G75	Ejecución de la figura de taladro rectangular	
13	G50	Cancelar selección del factor de escala	
	G51	Selección del factor de escala	

Tabla 3.2.- Distribución en grupos y estados de puesta en marcha (continuación).

* Activo por registros

** Estado de puesta en marcha

*** No disponible en el modelo VMC-100

3.2.1 Funciones M

Las funciones G así como las funciones M están ordenadas en grupos, la razón de lo anterior, es porque en una línea no se pueden programar dos comandos G o funciones M del mismo grupo.

Grupo	Función	Descripción	
0	M03	Husillo conectado en el sentido horario	
	M04	Husillo conectado en el sentido antihorario	
	M05	Paro del husillo	*
	M19	Paro exacto del husillo	
1	M38	Paro exacto conectado	
	M39	Paro exacto desconectado	**
2	M00	Paro programado	*
	M17	Fin de subprograma	*
	M30	Fin de programa con retroceso al principio del subprograma	*
3	M08	Refrigerante conectado	
	M09	Refrigerante desconectado	**
8	M50	Desactivación de la lógica de dirección en caso de tambor de herramientas bidireccional	
	M51	Activación de la lógica de dirección en caso del tambor de herramienta bidireccional	
10	M90	Desactivación de la función de reflexión	
	M91	Reflexión en el eje X	
	M92	Reflexión en el eje Y	
	M93	Reflexión en los ejes X e Y	

Tabla 3.3.- Distribución en grupos y estados de puesta en marcha de las funciones M.

* Activo por registros

** Estado de puesta en marcha

M90 Activación de la función de reflexión

M91 Reflexión en el eje X

M92 reflexión en el eje Y

M93 Reflexión en los ejes X e Y

Condiciones para la activación y desactivación de las funciones de reflexión:

- En registros de NC en los que se encuentra una activación o desactivación de una función de reflexión no debe haber una interpolación circular (G02, G03) ni una llamada de la corrección de la trayectoria de la herramienta (G41, G42).
- La activación o desactivación de una función de reflexión debe realizarse sólo con corrección de la trayectoria de la herramienta desactivada (G40).

Ejemplo:

Programación absoluta (Programa principal): 0025

N10	M90		
N20	G00	X14.000, Y34.00	
N30	G01	Z-5.000	F...
N40	G25	L7001	
N50	G00	Z5.000	
N60	G00	X-14.000, Y34.000	
N70	M92		
N80	G25	L7001	
N90	M90		

Subprograma: 0070

N10	G03	X9.000, Y29.000	J-5.000	F....
N20	G01	X9.000, Y24.000	F...	
N30	G02	X0.000, Y15.000	I-9.000	F....
N40	M17			

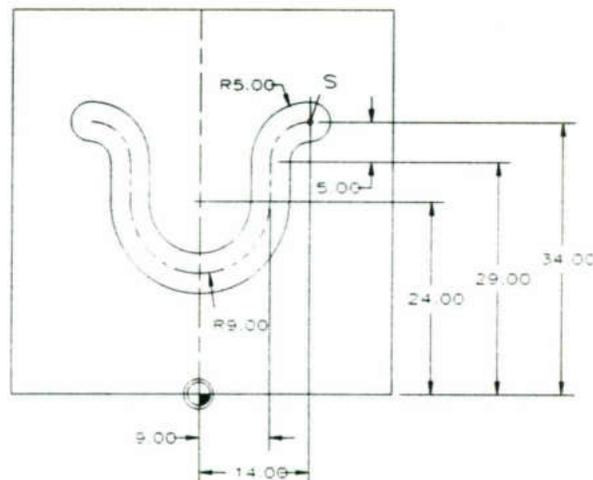


Figura 3.24.- Función de reflexión.

3.2.2 Parámetros P

Los parámetros P son valores auxiliares en la programación de los comandos G (ver sección 3.3).

Parámetro	Función	Descripción	Opción default
P0	G72	Diámetro del círculo mm	
	G74	Distancia horizontal mm	
	G87	Longitud del hueco en X mm	
	G89	Longitud de la ranura mm	
P1	G74	Distancia vertical mm	
	G87	Longitud del hueco en Y mm	
	G88	Diámetro del hueco mm	
	G89	Anchura de la ranura mm	
P2		No empleado	
P3		G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89, Definición del plano de retroceso en mm de modo incremental desde el plano de arranque	
P4		G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89, Definición del plano de retroceso en mm de modo incremental desde el plano de arranque	
P5, P6, P7		No empleados	

Tabla 3.4.- Los parámetros P en el programa.

3.2.3 Parámetros D

Son valores auxiliares en la programación de los comandos G (ver siguiente sección).

Parámetro	Función	Descripción	Opción default
D0	G72	Número de elementos de la figura del taladrado	
	G74	Número horizontal de elementos de la figura del taladro	
D1	G74	Número vertical de elementos de la figura del taladro	
D2	G72	Ángulo inicial ($^{\circ} \times 10$)	0
	G88	Avance horizontal	D2 = 1.7 x Radio de esfera
	G89	Ángulo de la ranura respecto al eje X ($^{\circ} \times 10$)	0
D3	G72	Ángulo total ($^{\circ} \times 10$)	3.600
	G83	Avance por corte (μm)	Ninguna división del corte
	G86	Avance por cada corte (μm)	Ningún avance por corte
	G87	Avance por cada corte (μm)	Ninguna división del corte
	G88	Avance vertical	Avance
	G89	Avance vertical	
D4	G04	Tiempo de espera (1/10 s)	Ninguno
	G82	Tiempo de espera (1/10 s)	Ninguno
	G85	Tiempo de espera (1/10 s)	Ninguno
	G86	Tiempo de espera (1/10 s)	Ninguno
	G88	Parámetros de acabado	D4 = 1
	G89	Parámetros de acabado	D4 = 1
D5	G83	Reducción del valor porcentual (%)	0
	G86	Reducción del valor porcentual (%)	0
	G87	Fresa en marcha codireccional/antidireccional	D5 = 3
	G88	Fresa en marcha codireccional/antidireccional	D5 = 3
	G89	Fresa en marcha codireccional/antidireccional	D5 = 3
D6		No empleado	
D7	G72	Adopción de parámetros	0
	G74	Adopción de parámetros	0
	G87	Tipo de avance vertical	1
	G88	Tipo de avance vertical	1
	G89	Tipo de avance vertical	1

Tabla 3.5.- Parámetros D en el programa.

3.2.4 Direcciones y dimensiones de entrada

Direcciones	Métricas	En pulgadas
Direcciones de desplazamiento absolutas X, Y, Z	+ - (mm)	+ - (pulg)
Direcciones de desplazamiento incrementales U, V, Z	+ - (mm)	+ - (pulg)
Parámetros de interpolación circular I, J, K	+ - (mm)	+ - (pulg)
1.- F- Paso de la rosca (G84)	(μ m)	(1/10000 pulg)
2.- F- Avance por minuto (G94)	(mm/min)	(1/100 pulg/min)
3.- F- Avance por vuelta (G95)	(μ m/rev)	(1/10000 pulg/rev)
1.- S- Programación de la velocidad de giro	(rev/min)	(rev/min)
2.- S- Posición angular	(°)	(°)

Tabla 3.6.- Direcciones y sus dimensiones de entrada.

3.3 Descripción de comandos para programación de la fresadora VMC-100

G00 Marcha rápida G00 X ò U Y ò V Z ò W

El movimiento lineal tiene lugar a la velocidad de marcha rápida en los tres ejes a la vez, cabe señalar que los movimientos en marcha rápida no son de corte.

Cuando se programa esta instrucción de manera absoluta, el punto objetivo se describe desde el punto cero fijado anteriormente en el sistema de coordenadas. En caso de programación incremental el punto objetivo se describe desde el punto de arranque del registro.

Para la función G00 se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro (renglón)	
G00	Instrucción de marcha rápida	
X, Y, Z	Coordenadas absolutas del punto destino (U, V, W para el caso incremental)	

Ejemplo:

Programación absoluta:

N100	G00	X0, Y4, Z3,
N110	G00	X5, Y1, Z0,

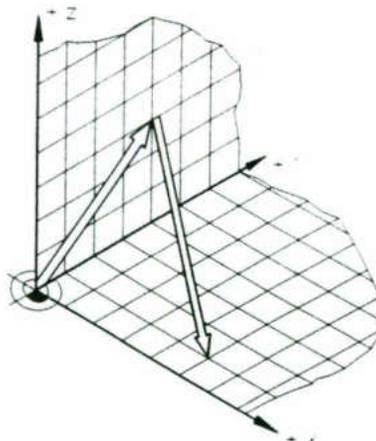


Figura 3.1.- Movimiento lineal absoluto.

Programación incremental:

N100	G00	U0, V3, W3,
N110	G00	U2, V5, W1,

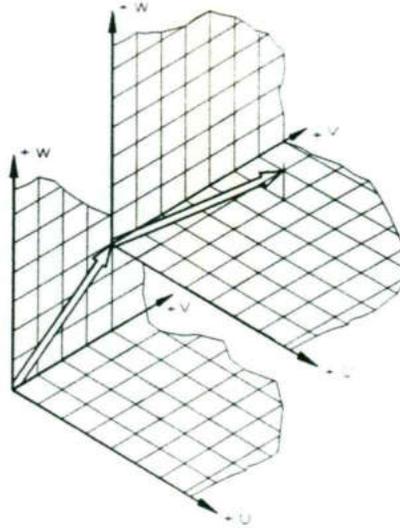


Figura 3.2.- Movimiento lineal incremental.

G01 Interpolación lineal

G01 X ó U Y ó V Z ó W F

La herramienta se desplaza linealmente a la velocidad de avance programada o con el avance por revolución en tres ejes a la vez.

Cuando se programa esta instrucción de manera absoluta, el punto objetivo se describe desde el punto cero fijado anteriormente en el sistema de coordenadas. En caso de programación incremental el punto objetivo se describe desde el punto de arranque del registro.

Para la función G01 se requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro (renglón)	
G01	Instrucción de interpolación lineal	
X, Y, Z	Coordenadas absolutas del punto destino (U, V, W para el caso incremental)	0
F	Avance	Último programada

Ejemplo:

Programación absoluta:

N100	G01	X2, Y3, Z0,	F
N110	G01	X5, Y5, Z1,	F

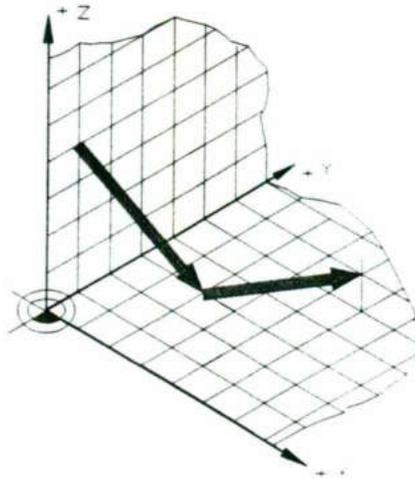


Figura 3.3.- Movimiento lineal de manera absoluta.

Programación incremental:

N100	G01	U0, V2, W3,	F
N110	G01	U4, V5, W2,	F

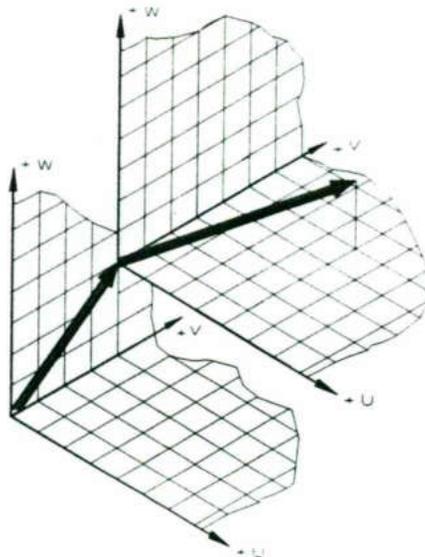


Figura 3.4.- Movimiento lineal de manera incremental.

Cabe señalar que la indicación de avance se hace con la función G94 y G95.

G02 / G03 Interpolación circular

G02 / G03 X ó U Y ó V Z ó W I J K F

Cuando en la programación se use la función G02 quiere decir que el arco descrito por la herramienta es en sentido horario, de forma contraria cuando se utilice G03 el sentido de giro de la herramienta es en sentido antihorario.

Para la programación de G02/03 se requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro (renglón)	
G02 ó G03	Instrucción de interpolación circular	
X, Y, Z	Coordenadas absolutas del punto destino (U, V, W para el caso incremental)	0
I, J	Descripción incremental del origen del arco al punto central del arco.	
F	Avance	Último programado

Sentido de rotación G02

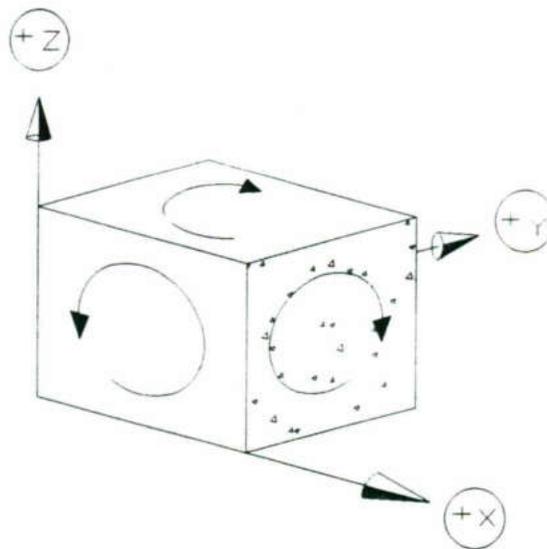


Figura 3.5.- Sentido de rotación.

Ejemplo

Programación absoluta:

N00	G02	X8, Y8, Z0,	I5, J0,	F
-----	-----	-------------	---------	---

Esta línea del programa hace un arco de radio 5 como lo muestra la figura 3.6.

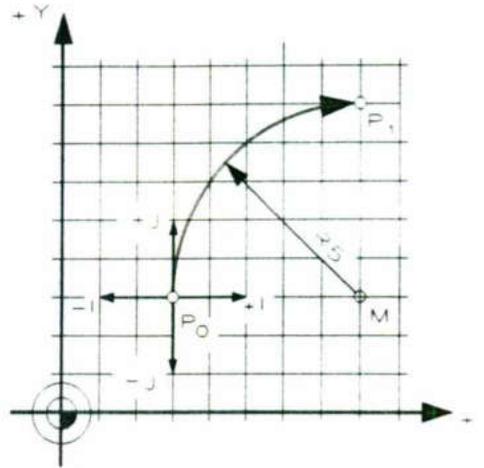


Figura 3.6.- Movimiento circular.

El mismo movimiento se puede lograr si se programa en forma incremental

N00	G02	U5, V5, W0,	I5, J0,	F
-----	-----	-------------	---------	---

G04 Tiempo de espera G04 D4

El tiempo de espera se programa bajo el parámetro D4, las unidades son 1/10 s.

Es necesario mencionar que el tiempo de espera actúa solo por registros y se activa sólo al final de cada registro, indistintamente de si se ha escrito adelante o atrás de otras palabras en el registro.

Ejemplo:

N10	G04	D4 20	M03
N20	G00	Y50, Y10, Z0	

El registro 10 tendrá la siguiente secuencia se pone en servicio el husillo 2 segundos de tiempo de permanencia antes de saltar por encima al registro N20.

G17 Cambio de eje G17

Con G17 se fija el sistema de ejes para la fresadora vertical VMC - 100. En esta máquina no existe ninguna posibilidad de empleo para otras funciones G del grupo 9 (G18-G22)

G25 Llamada de subprograma M17 Instrucción de retorno

En principio, un subprograma tiene la misma estructura que un programa principal, con las siguientes diferencias:

- el número de un subprograma debe estar entre: O 0080 - O 0255.
- la profundidad de jerarquización (anidamiento): 10

La instrucción M17 denota el fin del subprograma y por lo tanto es la instrucción de retorno al programa principal.

Dentro de la estructura de un programa principal o subprograma, en el renglón en el que exista la instrucción G25, esta debe ir acompañada del parámetro L4 . El parámetro L4 denomina el número del subprograma y el número de pasadas (0-99) en donde las dos o tres primeras cifras son el número de subprograma y las dos últimas el número de pasadas.

Ejemplo:

Subprograma con 4 pasadas:

N00	G25	L8104
-----	-----	-------

El programa principal llama al subprograma O81 y lo repite 4 veces.

La profundidad de jerarquización de subprogramas no es más que la siguiente secuencia: del programa principal se llama a un subprograma 1 y de éste a un subprograma 2 y así sucesivamente, y de regreso hasta el principal. Sólo se puede jerarquizar 10 veces.

G27 Salto incondicional G27 L4

La instrucción G27 da lugar a un salto en la ejecución del programa. Bajo el parámetro L se programa el número de registro al que se debe saltar.

Por ejemplo, si se quiere saltar del registro N100 al registro N250, se debe programar:

N100	G27	L250
------	-----	------

G40 Suspensión de la corrección G41 Corrección a la izquierda de la trayectoria G42 Corrección a la derecha de la trayectoria

Al programar G41 o G42 la fresadora automáticamente compensa el radio de la herramienta de tal manera que la pieza resulte de las dimensiones de la trayectoria programada, evitando así recalcular los puntos en función del diámetro de la herramienta.

Para identificar el tipo de corrección, el programador debe situarse sobre la herramienta siempre mirando de frente el movimiento de esta, como se muestra en las figuras 3.7 y 3.8.

G41 Corrección de la trayectoria de la herramienta a la izquierda. La herramienta se encuentra a la izquierda de la pieza a trabajar mirando en dirección hacia el movimiento relativo de la herramienta.

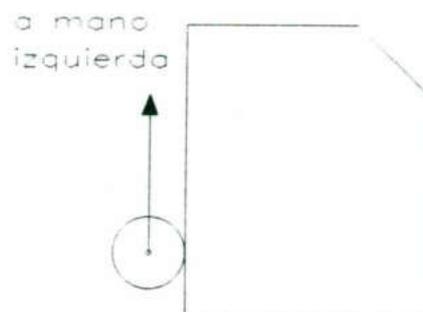


Figura 3.7.- Corrección a la izquierda.

Corrección de la trayectoria de la herramienta a la derecha. La herramienta está en el lado derecho de la superficie de la pieza a trabajar, vista en dirección del movimiento relativo de la herramienta.

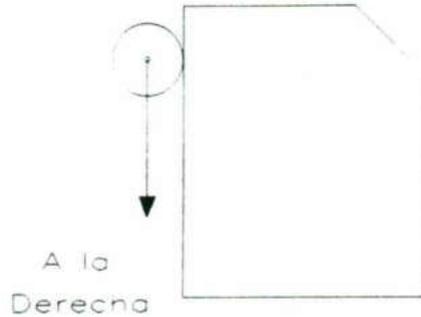


Figura 3.8.- Corrección a la derecha.

Ejemplo:

El siguiente programa muestra la estructura de un programa con compensación de herramienta. Ver figura 3.9.

N100	G00	X0, Y0, Z0		P0	G40
N110	G01	X1, Y1, Z1		P1	G41
N120				P2	
N130				P3	
N140				P4	
N150	G02	X5, Y5, Z5	I/J	P5	
N160	G01	X6, Y6, Z6		P6	
N170				P7	
N180				P8	
N190				P9	
N200				P1	
N210	G00	XE, YE, ZE		PE	G40

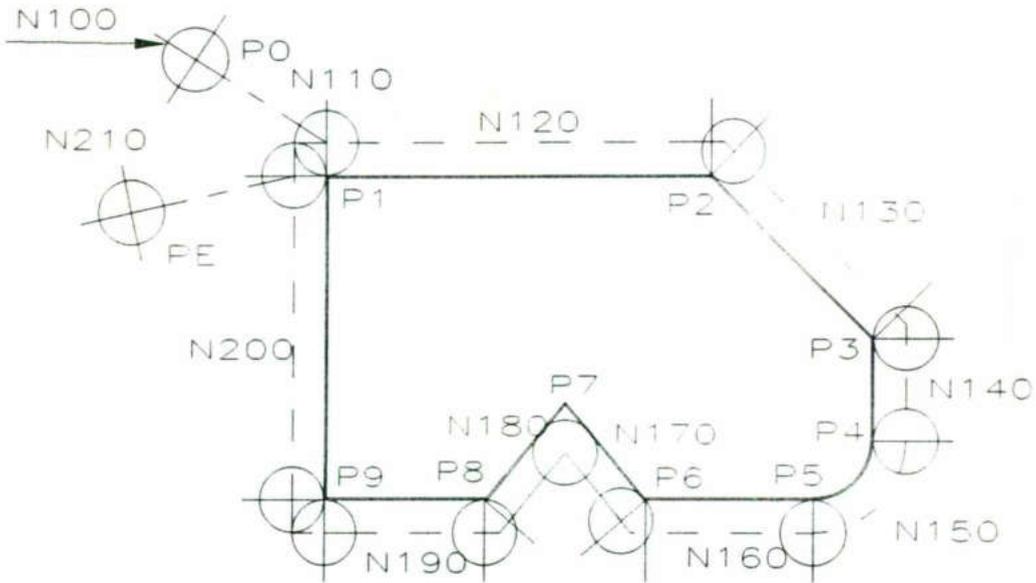


Figura 3.9.- Compensación de herramienta.

Rincón: La fresa se desplaza hasta los puntos de intersección equidistantes.

Esquina: La fresa realiza el registro, también el movimiento de ir rotando hasta la normal del contorno siguiente. (esto se puede ver en la ejecución del programa en caso de servicio de registro individual).

Disposición 1.- G40/G41/G42 sólo se puede elegir o suprimir por elección en conjunción con G00 ó G01.

Disposición 2.- El registro G00 / G01 tiene que estar programada una variación del (de los) valor (es) X ó Y ó valor (es) XY con respecto al registro precedente. Aparece la alarma 520 si sólo se varía el valor Z.

G51 / G50 Selección y cancelación del factor de escala G51 X ó U Y ó V Z ó W P7

Un trayecto de herramienta puede ser ampliado o reducido de forma lineal desde un punto de referencia (B). El factor de escala puede tomar valores desde 0 a (+/-) 9999.999 por ejemplo:

M 1:2P7=0.5
M 1.38:1P7=1.38

Para llevar a cabo la selección de un factor de escala se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G51	Selección del factor de escala	
X, Y, Z	Coordenadas del punto de referencia (U, V, W en el caso incremental)	0
P7	Factor de la escala para ampliación o reducción	

Para cancelar la selección del factor de escala se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G50	Cancelar la selección del factor de escala	

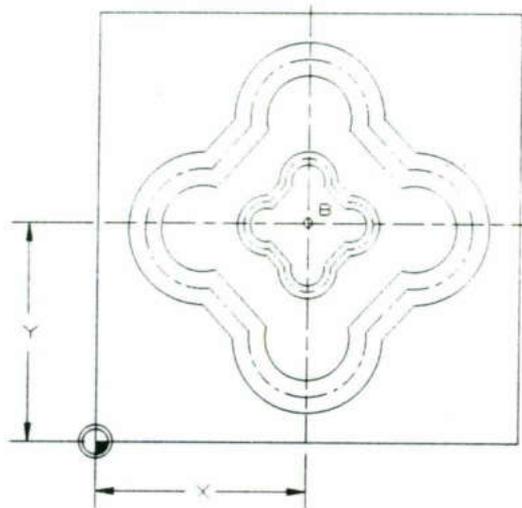


Figura 3.10.- Factor de escala.

G53 - G59 Desplazamientos del punto cero con registro de desplazamiento de posición

El sistema de coordenadas se puede desplazar con G54, G55, G57, G58, G59 desde el punto cero de la máquina o desde un punto cero elegido por el usuario.

Con G53 se suprime el desplazamiento de G54, G55.

Con G56 se suprime el desplazamiento de G57, G58, G59 (ver tabla 3.2. grupo 3).

La tecla PSO en el control.- PSO es la abreviatura de la expresión inglesa "Position Shift Offset".

PSO significa desplazamiento de posición, se refiere al desplazamiento de posición del punto cero.

G70 / G71 Indicación de cotas en pulgadas o en mm respectivamente

Las instrucciones G70 y G71 deben ser programadas al inicio de cada programa ya que estas instrucciones definen si las unidades del programa serán en pulgadas o en mm respectivamente.

Cabe mencionar que si no se programa ninguna de estas instrucciones la máquina toma por default que las cotas son métricas (mm). Algo que se debe tener en cuenta es que las instrucciones G70 y G71 son retentivas, es decir, si se programa G71 (mm) el programa se ejecuta con cotas métricas, sin embargo si se llama otro programa y en éste no se encuentran definidas las unidades, la máquina toma las que están activas.

G72 Arreglo circular de taladrado G73 Ejecución del taladrado G72 X ó U Y ó V P0 D0 D2 D3 D7

Para llevar a cabo un arreglo circular de taladrado como el que se muestra en la figura, se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G72	Función para arreglo circular	
X, Y	Coordenadas del centro de la figura (U, V en el caso incremental)	0
P0	Diámetro del círculo	
D0	Cantidad de elementos de la figura, es decir, cantidad de barrenos	
D2	Ángulo de inicio (1/10°)	0
D3	Ángulo total (1/10°)	3.600
D7	Adopción de parámetros	0

Ejemplo:

N10	G00	Z5.000					
N20	G72	X25.000, Y25.000	P0=40.000	D0=4	D2=300	D3=3000	D7=0
N30	G73	G82	Z-10.000	D4=50	F		

Programación absoluta, profundidad de taladrado 5mm.

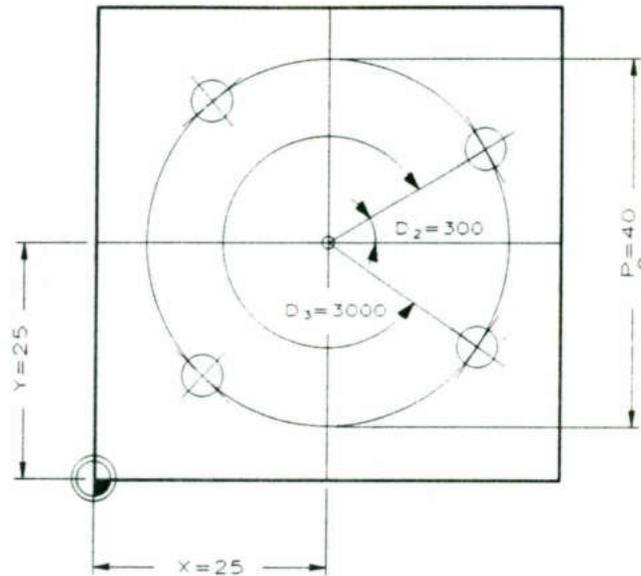


Figura 3.11.- Taladrado circular.

Ya que la función G72 sólo sirve para el posicionamiento, es necesario acompañarla por la función G73 que se usa para llamar el ciclo de taladrado que se ejecutará en cada punto siguiendo el movimiento definido por G82.

G74 Definición de arreglos rectangulares de taladrado
G75 Ejecución de taladrado rectangular
G74 X ó U Y ó V P0 D0 P1 D1 D7

Para llevar a cabo un arreglo rectangular de taladrado se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G74	Instrucción para arreglo rectangular	
X, Y	Coordenadas del primer elemento de la figura de taladro	0
P0	Separación horizontal entre cada barreno	
D0	Cantidad horizontal de elementos de la figura de taladrado	
P1	Separación vertical entre cada barreno	
D1	Cantidad vertical de elementos de la figura de taladrado	
D7	Adopción de parámetros	0

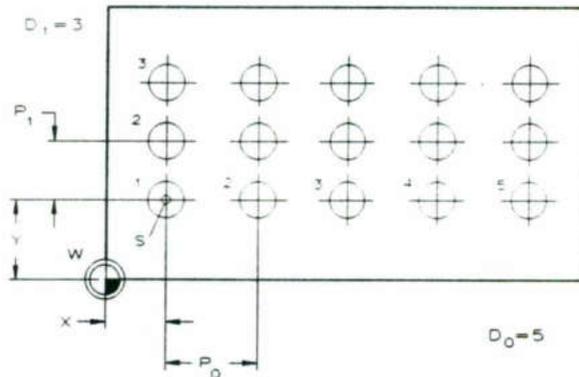


Figura 3.12.- Taladrado rectangular.

Ejemplo:

N10	G00	Z5.000				
N20	G74	X13.000, Y15.000	P0=8.000	P1=10.000	D1=3	D7=0
N30	G75	G82	Z-10.000	D4=50	F	

Al igual que en la función G72, la función G75 se usa para ejecutar el ciclo de taladrado, siguiendo el movimiento descrito por G82.

G81 Ciclo de taladrar G81 X ó U Y ó V Z ó W P3 ó P4 F

Para llevar a cabo un ciclo de taladrado es necesario conocer los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G81	Ciclo de taladrado	
X,Y	Recorrido de desplazamiento a nivel X, Y (U, V en caso incremental)	0
Z	Profundidad a taladrar	
P3	Cota Z absoluta (desde la superficie cero)	0
P4	Cota Z incremental (desde el nivel de puesta en marcha)	0
F	Avance	Último programado

Dentro de la programación de G81 entran en uso las instrucciones G98 y G99, éstas se programan al inicio del ciclo. Ver comando G98 y G99.

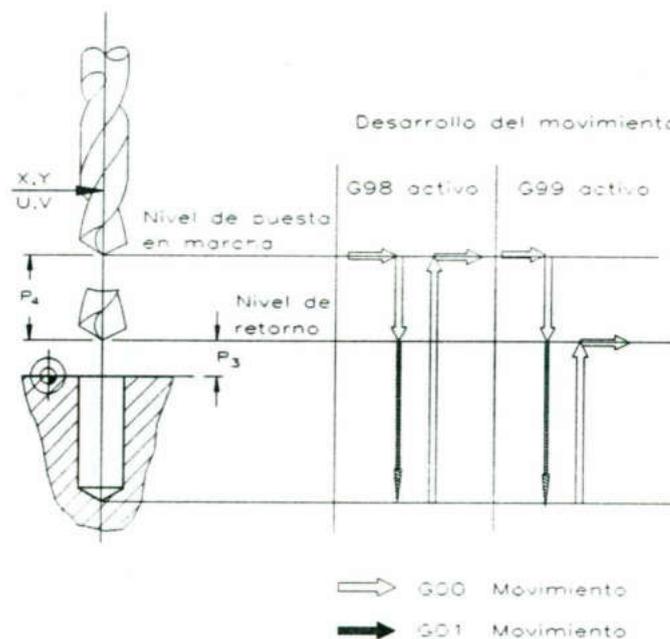


Figura 3.13.- Movimiento de taladrado.

G82 Ciclo de taladrado con tiempo de permanencia G82 X ó U Y ó V Z ó W P3 ó P4 D4 F

El tiempo de espera ocurre cuando la broca llega a la profundidad deseada y se programa bajo el parámetro D4, el margen de entrada se da en 1/10 s.

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G81	Ciclo de taladrado	
X,Y	Recorrido de desplazamiento a nivel X, Y (U, V en caso incremental)	0
Z	Profundidad a taladrar	
P3	Cota Z absoluta (desde la superficie cero)	0
P4	Cota Z incremental (desde el nivel de puesta en marcha)	0
D4	Tiempo de espera en el punto destino (1/10 s)	
F	Avance	Último programado

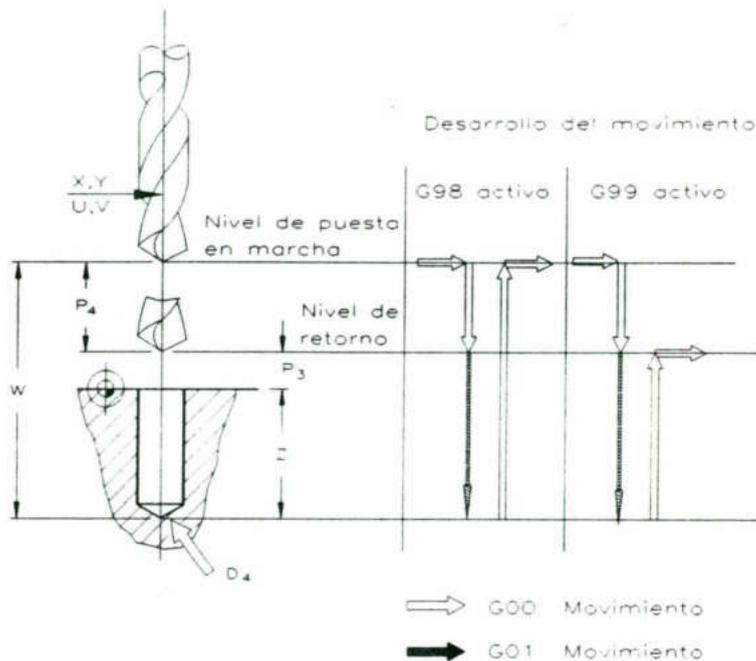


Figura 3.14.- Movimiento de taladrado.

G83 Ciclo de taladrado profundo (con evacuación) G83 X ó U Y ó V Z ó W P3 ó P4 D3 D5 D6 F

La programación sigue siendo igual que G81 pero adicionando D3, D4, D5 y D6

La característica de este ciclo es que el corte no es continuo, sino que se hace en pasos para dar tiempo a la ruptura y salida de la viruta, así como a la entrada de refrigerante.

Para ejecutar la función G83 se requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G83	Ciclo de taladrado	
X,Y	Recorrido de desplazamiento a nivel X Y (U, V en caso incremental)	0
Z	Profundidad a taladrar	
P3	Cota Z absoluta (desde la superficie cero)	
P4	Cota Z incremental (desde el nivel de puesta en marcha)	
D3	Profundidad del primer corte	Un paso
D4	Tiempo de espera en el punto destino (1/10 s)	0
D5	Porcentaje de reducción de la profundidad de corte (%)	100
D6	Profundidad mínima para taladrar (μm)	
F	Avance	Último programado

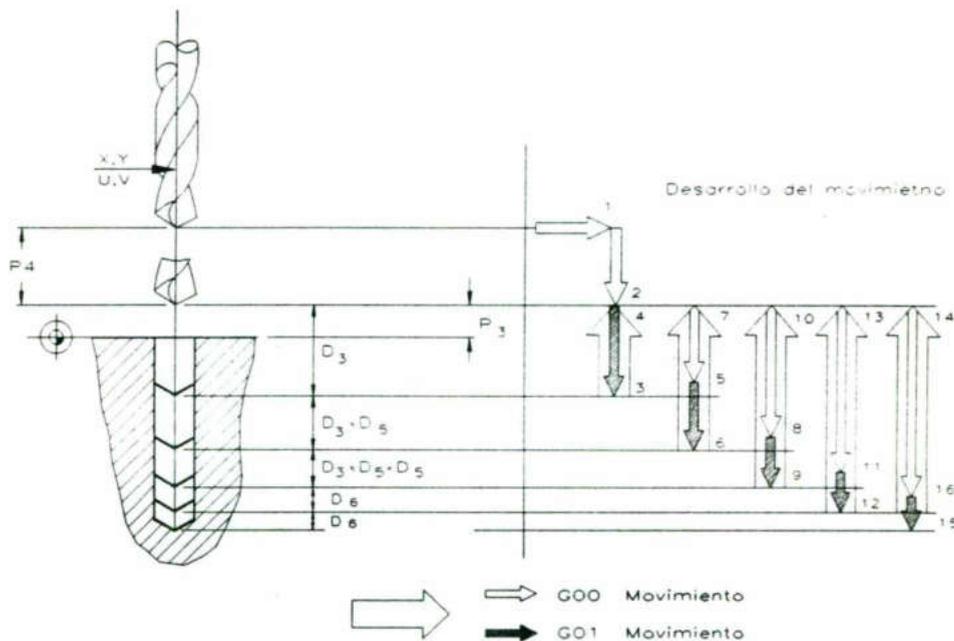


Figura 3.15.- Movimiento de taladrado profundo.

G84 Ciclo de taladrar roscar G84 X ó U Y ó V Z ó W P3 o P4 F

Para llevar a cabo el ciclo de roscado la programación es igual que G81 solo que bajo el parámetro F se anota el paso de la rosca en micras.

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G84	Ciclo de roscado	
X,Y	Recorrido de desplazamiento a nivel X Y (U, V en caso incremental)	0
Z	Profundidad a taladrar	
P3	Cota Z absoluta (desde la superficie cero)	0
P4	Cota Z incremental (desde el nivel de puesta en marcha)	0
F	Paso de la rosca (μm)	

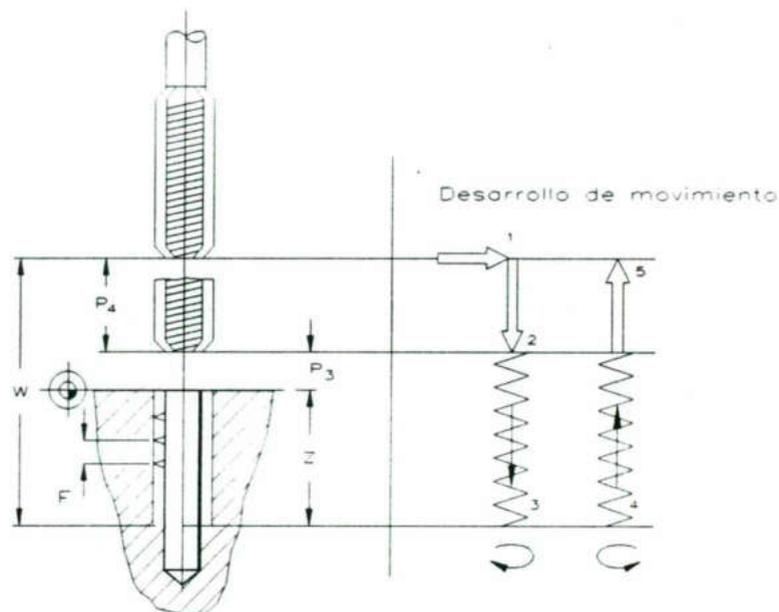
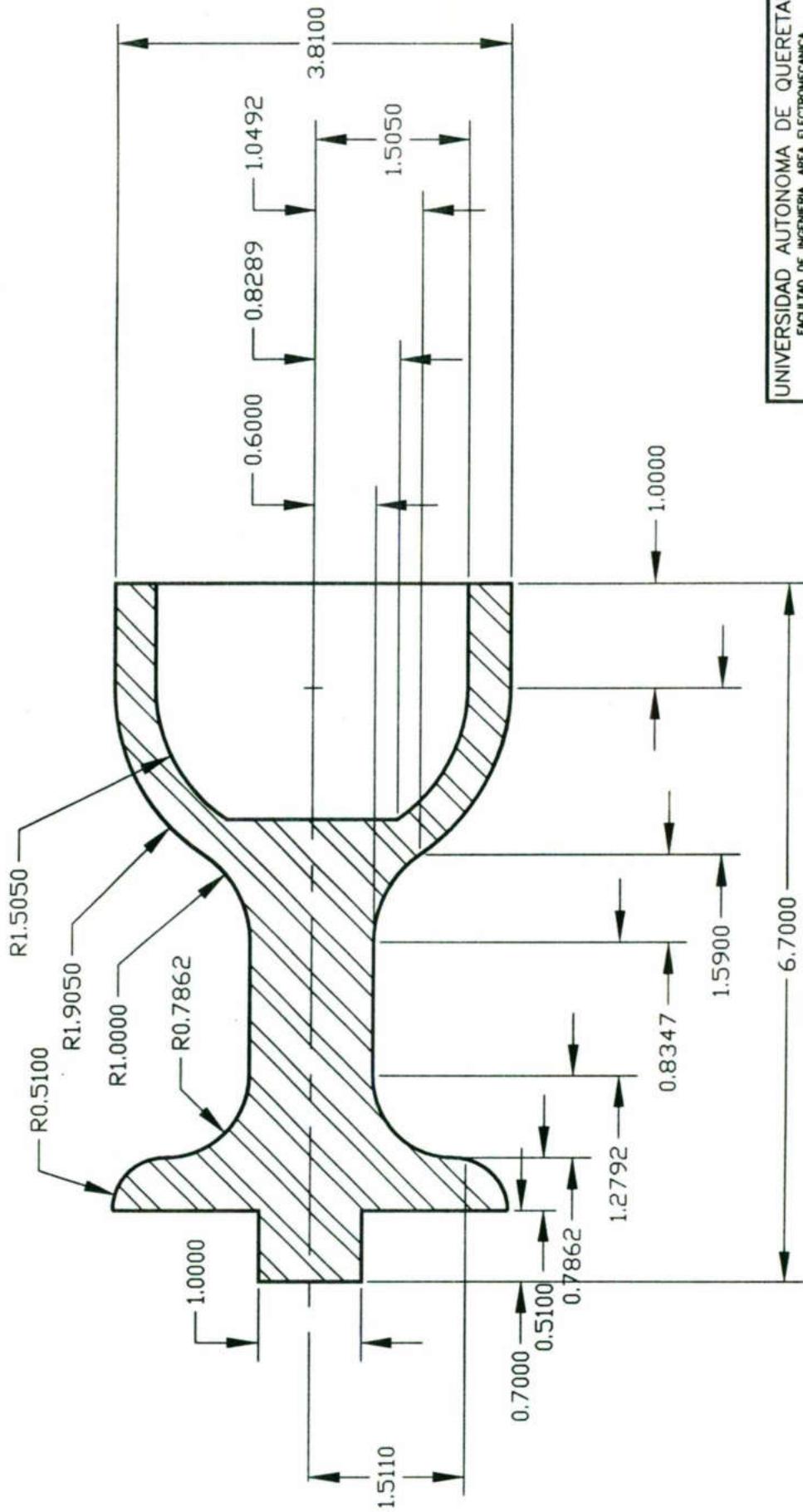


Figura 3.16.- Movimiento de roscado.

G86 Taladrado de agujeros profundos con ruptura de viruta



Tolerancias no indicadas
 son ± 0.100

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO			
Nombre de dibujo: Copa			
Dibujo: MMU	No. Plano: 41	Material: Aluminio	Escala: S/E
Reviso: JPBR	Aprobado: M. en C. Aurelio Dominguez G.		Anotacion: CM
Esta dibujo debe ser aprobado antes de la fabricacion.			Fecha: 13/Feb/99

G86 X ó U Y ó V Z ó W P3 ó P4 D3 D5 D6 F

La programación de G86 es igual que la de G83, con la diferencia de que en G83 la broca sale hasta el nivel de puesta en marcha en cada paso, mientras que G86 sólo retorna el porcentaje programado por D5. Una de las ventajas de usar el ciclo G86 es que el taladrado es más rápido que G83, sin embargo, no se recomienda para agujeros muy profundos.

Para la programación de G86 se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G86	Ciclo de taladrado de agujeros profundos	
X,Y	Recorrido de desplazamiento a nivel X Y (U, V en caso incremental)	0
Z	Profundidad a taladrar	
P3	Cota Z absoluta (desde la superficie cero)	
P4	Cota Z incremental (desde el nivel de puesta en marcha)	
D3	Profundidad del primer corte	
D4	Tiempo de espera en el punto destino	0
D5	Porcentaje de reducción de la profundidad de corte (%)	
D6	Profundidad mínima para taladrar	
F	Avance	Último programado

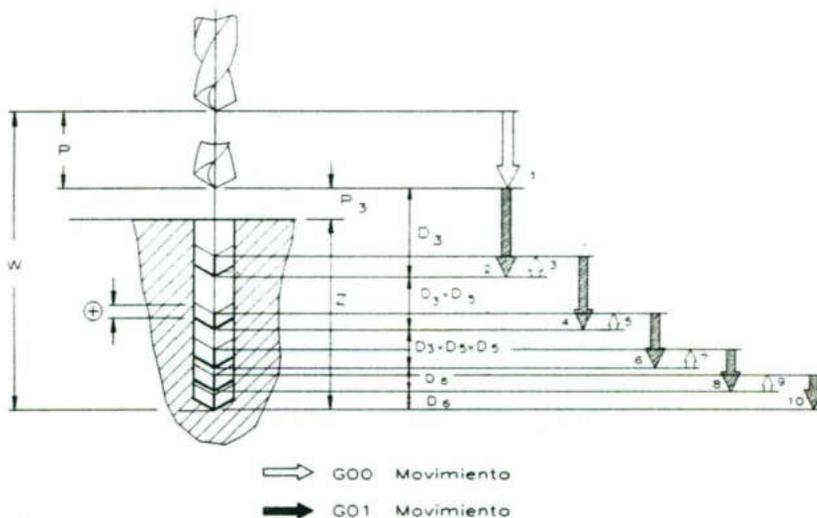


Figura 3.17.- Movimiento de taladrado con ruptura de viruta.

G87 Ciclo de fresado de cajas rectangulares
G87 X ó U Y ó V Z ó W P3 ó P4 P0 D3 D5 D7 F

Para llevar a cabo el fresado de una caja, es necesario contar con los datos que se piden en la tabla.

Cabe señalar que el diámetro de la herramienta debe ser menor que cualquiera de los parámetros P0 ó P1.

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G87	Ciclo de cajeteado rectangular	
X,Y	Recorrido de desplazamiento a nivel X Y (U, V en caso incremental)	
Z	Profundidad a fresar	
P3	Cota Z absoluta (desde la superficie cero)	
P4	Cota Z incremental (desde el nivel de puesta en marcha)	
P0	Tamaño de la caja en X	
P1	Tamaño de la caja en Y	
D3	Acercamiento en Z por corte en división por corte (μm)	0
D5=02	Fresado en marcha igual	
D5=03	Fresado en contramarcha (estado inicial)	3
D7	Avance de acercamiento en Z	
D7=0	Avance de acercamiento en Z con movimiento G00	
D7=1	Acercamiento con medio avance de trabajo (estado inicial)	1
D7	Dirección de fresado D5=02 Fresado codireccional D5=03 Fresado antidiereccional	3
D7	Movimiento para acercamiento D7=0 Movimiento G00 D7=1 Movimiento G01	1
F	Avance	Último programado

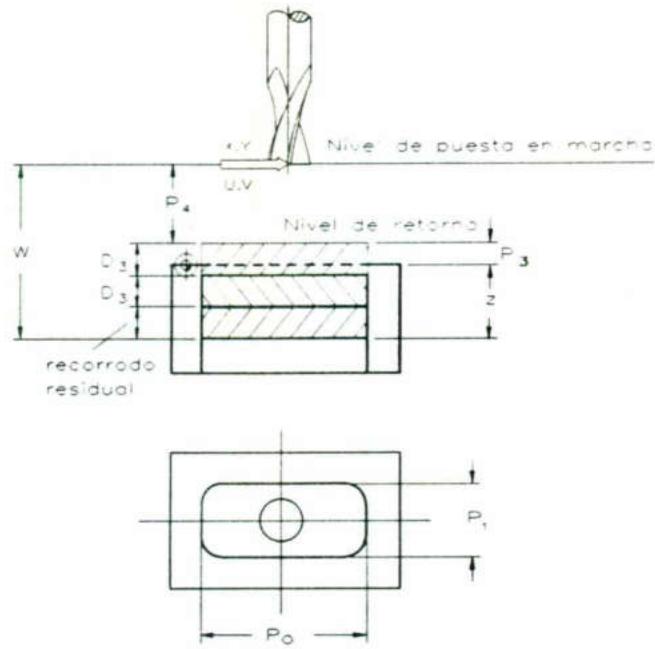


Figura 3.18.- Parámetro para cajas rectangulares.

G88 Ciclo de fresado de cajas circulares
G88 X ó U Y ó V Z ó W P1 P3 ó P4 D2 D3 D4 D5 D7 F

Para el ciclo G88 se requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G88	Ciclo de fresado de cajas rectangulares	
X,Y	Coordenadas del centro de la caja (U, V en caso incremental)	0
Z	Profundidad a fresar (W en caso incremental)	
P1	Diámetro de la caja	
P3	Definición del plano de retroceso medida absoluta en dirección Z desde el plano del punto cero	
P4	Definición del plano de retroceso medida incremental en dirección Z desde el plano del punto cero	0
D2	Aproximación horizontal Si $D2 \geq$ Diámetro de la fresa entonces - alarma (μm)	$D2 = 1.7 \times$ radio de fresa
D3	Profundidad de cada corte (μm)	En una sola pasada
D4	Parámetro de afinado D4=0 Avance total de trabajo en radio exterior de la caja circular D4=1 Mitad de avance de trabajo en el radio exterior	D4=0
D5	Fresado codireccional/antidireccional D5=2 Fresado codireccional D5=3 Fresado antidireccional	D5=3
D7	Avance vertical D7=0 Avance en marcha rápida D7=1 Mitad de avance de trabajo	D7=1
F	Avance	

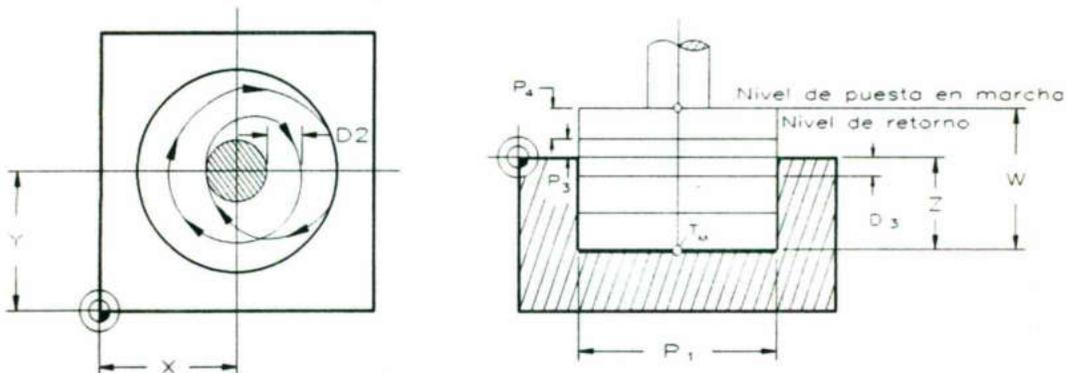


Figura 3.19.- Parámetros para cajas circulares.

G89 Ciclo de fresado de ranuras
G89 X ó U Y ó V Z ó W P0 P1 P3 ó P4 D2 D3 D4

El ciclo de fresado G89 requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G89	Ciclo de fresado de ranuras	
X, Y, Z	Coordenadas del diámetro de la fresa Fm en el punto más bajo de la caja	0
P0	Longitud de la ranura	
P1	Anchura de la ranura	
P3	Definición del plano de retroceso: Medida absoluta en dirección Z desde el plano del punto cero	
P4	Definición del plano de retroceso: Medida incremental en dirección Z desde el plano de comienzo	0
D2	Ángulo de la ranura con respecto al eje (1/10 °)	0
D4	Parámetros de afinado: D4=0 Aproximación de afinado con avance de trabajo D4=1 Aproximación de afinado con mitad de avance de trabajo	D4=1
D3	Profundidad de cada corte	En una sola pasada
D5	Fresado codireccional/antidireccional D5=2 Fresado codireccional D5=3 Fresado antidireccional	D5=3
D7	Tipo de aproximación vertical D7=1 Aproximación vertical D7=2 Aproximación oblicua	D7=1
F	Avance	Último programado

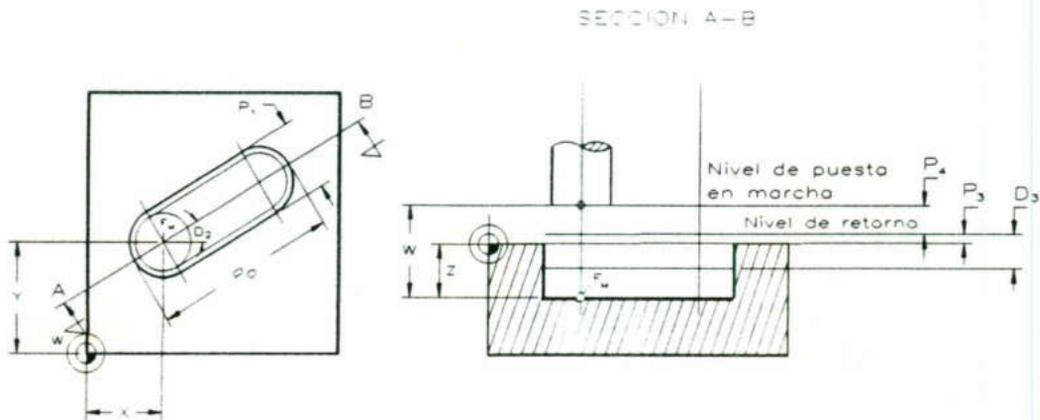


Figura 3.20.- Parámetros para el fresado de ranuras.

G92 Fijar la memoria

Conceptos generales:

1) Las cotas para el desplazamiento se escriben con G92 en el programa de piezas.

Ejemplo:

N10	G92	X-14.2, Y13.0, Z14.0
-----	-----	----------------------

En la ejecución del programa se escriben los valores en el registro de desplazamiento de posición 5.

2) El desplazamiento de activa por la instrucción G59.

Ejemplo:

N10	G92	X-14.2, Y13.0, Z14.0
N20	G59	

Nota:

- G59 no se puede programar en el mismo registro con G92, sino que se tiene que programar en los siguientes registros.
- Tiene lugar a alarma si G59 está programado antes de un registro G92.
- Se suman los dos desplazamientos si G59 sigue a una instrucción G del grupo 3, ver tabla 3.2.

G94 Indicación de avance en mm/min ó pulg/min

La función G94 es estado de puesta en servicio, es decir, que se debe escribir al inicio de cada programa ya que estas instrucciones definen las unidades del programa.

La programación se hace de la siguiente manera:

Métricamente	mm/min
Por pulgadas	(1/1000) pulg/min

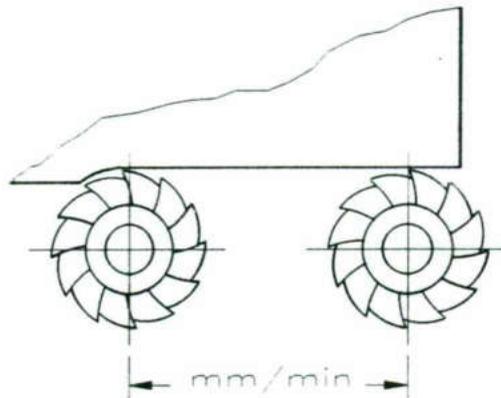


Figura 3.21.- Avance en mm/min.

G95 Indicación del avance en mm/rev ó pulgada/rev

Al igual que G94 la función G95 es también estado de puesta en servicio.

La programación se hace de la siguiente manera:

Métricamente	1/1000mm/rev
Por pulgadas	(1/10,000) pulg/rev

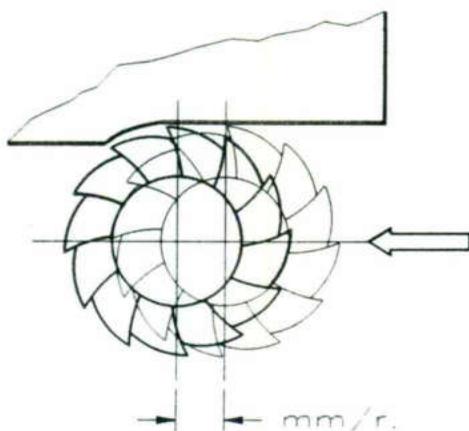


Figura 3,22.- Avance en mm/rev.

G98 Retorno a nivel de puesta en marcha
G99 Retorno a nivel de retorno

En caso de G99 activo:

En algunos ciclos se puede definir como P3 ó P4 un nivel de retorno. Esto debido a motivos prácticos.

Los parámetros D sólo resultan eficaces a partir del nivel de retorno si éste está definido (esto es válido también en caso de G98 activo).

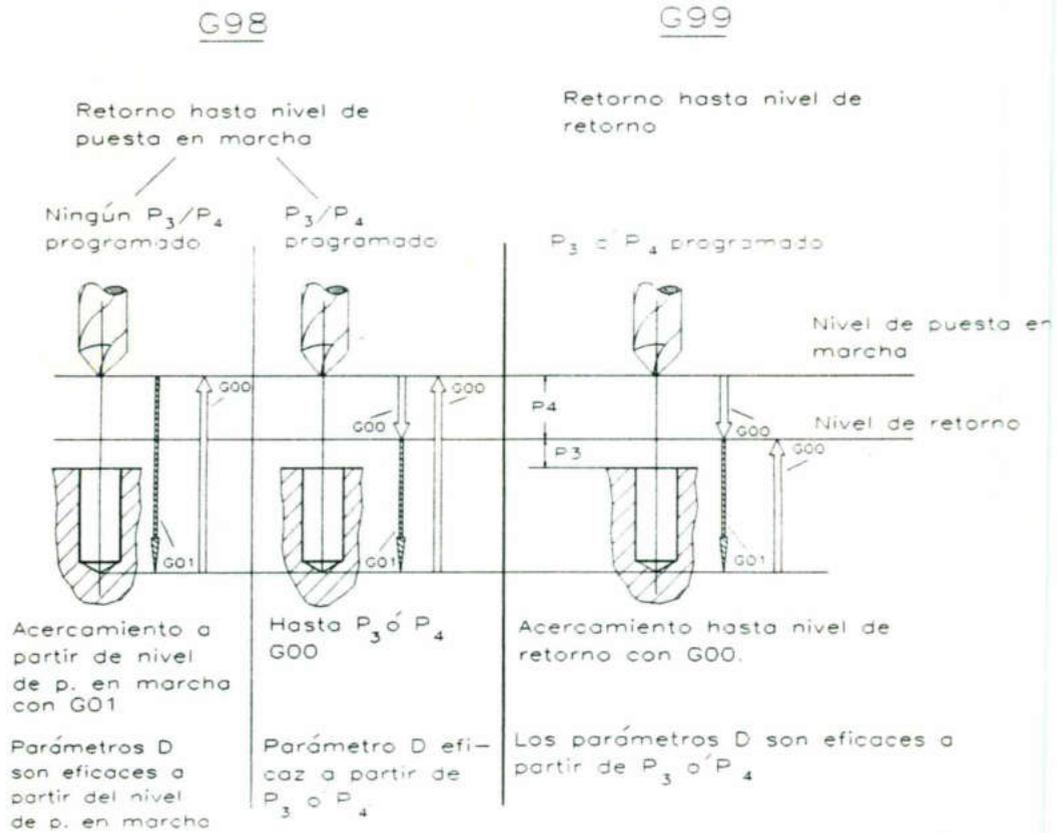


Figura 3.23.- Descripción de G98 y G99.

La instrucción G98 indica que la broca bajará con velocidad de corte desde el nivel en que se deje hasta el nivel programado, mientras que con G99 la broca bajará con velocidad rápida hasta el nivel de retorno y en adelante con velocidad de corte.

3.4 Ejercicios de programación resueltos

Práctica No.1

Emplear los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el maquinado de la pieza ilustrada en el plano No. 31, utilizando la Fresa de CNC VCM 100 EMCO.

Objetivo:

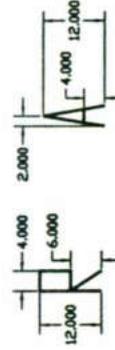
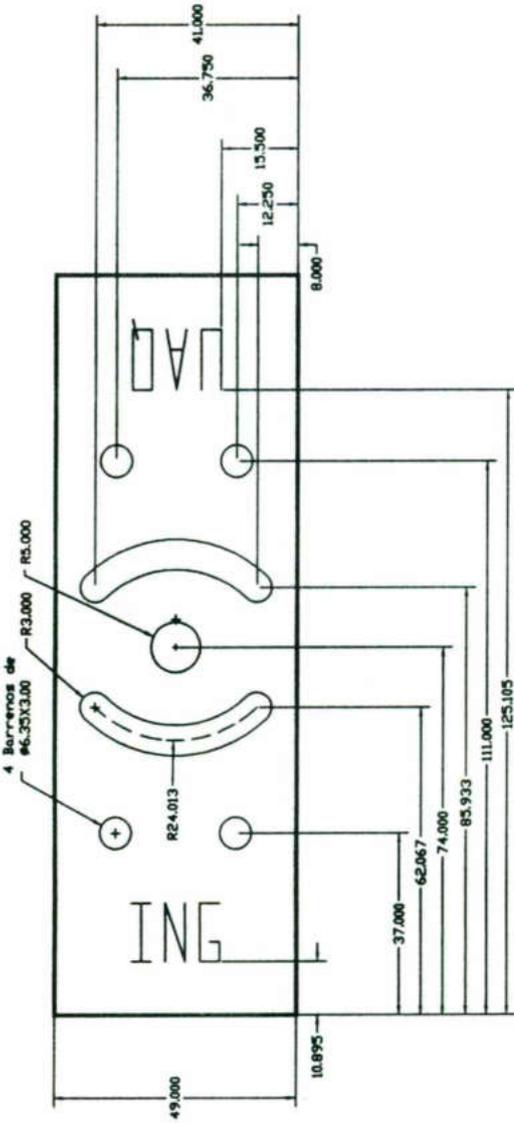
La presente práctica involucrará al alumno en la simulación y operación de la fresadora VCM - 100, así mismo, el estudiante comprenderá la estructuración de un programa con llamada a subprogramas empleando coordenadas absolutas e incrementales, además de los ciclos de maquinado.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Micrómetro o Calibrador tipo Vernier
- d) Transportador
- e) Calibrador de alturas
- f) Punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador
- i) Compás de puntas
- j) Juego de clamps de sujeción
- k) Juego de boquillas con llave

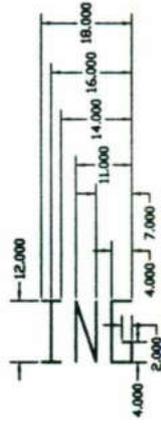
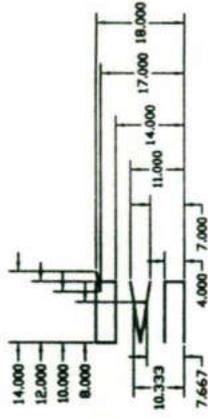
Para el maquinado de la práctica son necesarias 5 herramientas de corte a las cuales se les ha asignado el siguiente número:

- Herramienta 1 (T0101).- Cortador vertical de 2mm
- Herramienta 2 (T0202).- Broca de 10mm
- Herramienta 3 (T0303).- Broca de 6mm
- Herramienta 4 (T0404).- Cortador vertical de 40mm
- Herramienta 5 (T0505).- Cortador vertical punta de bola de 6mm



NOTA - TODAS LAS LETRAS TIENEN EL MISMO ANCHO Y EL MISMO ALTO

- MAQUINAR LETRAS CON CORTADOR DE $\phi 1\text{mm}$
- TOLERANCIAS NO INDICADAS SON ± 0.160



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
FACULTAD DE INGENIERIA AREA ELECTROMECANICA
CAMPUS SAN JUAN DEL RIO

Nombre de dibujo: Base para copa		Escala: S/E	
Dibujo: MMU	No. Plano: 31	Materia: Aluminio	Acotacion: rnm
Revisio: JPBR	Aprobo: M.en C. Aurelio Dominguez G.	Fecha: 13/feb/99	
Este dibujo debera estar aprobado antes de la fabricacion			

Descripción del programa para vista frontal:

En la vista frontal se pide maquinar la palabra "ELECTROMECHANICA", para llevar a cabo el maquinado, se programan siete subprogramas uno por letra, y un programa principal que se encarga de la llamada y posicionamiento de los mismos.

Para los subprogramas de las letras se usa programación incremental, ya que algunos subprogramas se utilizan más de una vez. Partiendo de las acotaciones del plano, se obtiene cada subprograma. Por ejemplo para la letra "E" se tiene el siguiente subprograma:

Subprograma 80, letra "E"

```

N0000 G01 W-2.000
N0010 U4.000
N0020 U-4.000
N0030 V6.000
N0040 U3.000
N0050 U-3.000
N0060 V6.000
N0070 U4.000
N0080 W2.000
N0090 U3.000
N0100 V-12.000
N0110 M17
  
```

Línea	Descripción
0	Interpolación lineal, la herramienta penetra 2 mm en el material
10	Interpolación lineal, la herramienta avanza 4mm en X
20	Interpolación lineal, la herramienta retrocede 4mm en X
30	Interpolación lineal, la herramienta avanza 6mm en Y
40	Interpolación lineal, la herramienta avanza 3mm en X
50	Interpolación lineal, la herramienta retrocede 3 mm en X
60	Interpolación lineal, la herramienta avanza 6mm en Y
70	Interpolación lineal, la herramienta avanza 4mm en X
80	Interpolación lineal, la herramienta se aleja 2mm del material en Z
90	Interpolación lineal, la herramienta avanza 3mm en X (sin cortar)
100	Interpolación lineal, la herramienta retrocede 12mm en Y (sin cortar)
110	Fin de subprograma

Las líneas 90 y 100 del subprograma sitúan a la herramienta en el punto de inicio del siguiente subprograma, por lo que no hay necesidad de que el programa principal posiciona cada una de las letras o subprogramas.

El programa principal puede programarse de manera absoluta, para lo cual se recomienda fijar el punto 0,0,0 del eje en la esquina inferior izquierda de nuestro material, como lo indica la figura 3.30.



Figura 3.30.

El paso siguiente es centrar la palabra a maquinar en la cara del material, con el fin de encontrar el punto en donde se insertará el primer subprograma.

El programa principal contiene los datos de las herramientas de corte, una instrucción para llevar a cabo una limpieza de la cara y el posicionamiento del primer subprograma.

Programa principal, palabra "ELECTROMECHANICA"

```

N0000 G71 G94
N0010 G53 G56
N0020 G58
N0030 T0404 S350 F120 M03 M08
N0040 G00 X-21.000 Y0.000 Z3.000
N0050 G01 Y10.500
N0060 Z-0.500
N0070 G01 X169.000
N0080 G00 X169.000 Z60.000
N0090 T0101 S1000 F70
N0100 G00 X22.500 Y4.500 Z0.500
N0110 G25 L8001
N0120 G25 L8101
N0130 G25 L8001
N0140 G25 L8201
N0150 G25 L8301
N0160 G25 L8401
N0170 G25 L8501
N0180 G25 L8601
N0190 G25 L8001
N0200 G25 L8201

```

G25 L8701
 N0220 G25 L8801
 N0230 G25 L8901
 N0240 G25 L8201
 N0250 G25 L8701
 N0260 G00 X20.000 Y20.000 Z60.000
 N0270 M05 M09
 N0280 M30

Línea	Descripción
0	Indicación de medidas en mm, indicación de avance en mm/min
10	Desactivación del desplazamiento 1,2 y desactivación del desplazamiento 3, 4,5
20	Llamada al desplazamiento 4
30	Llamada a herramienta 4, programación de velocidad de giro "S", programación de avance "F", conexión de husillo en sentido horario y conexión de refrigerante
40	Marcha rápida para acercar la herramienta a la pieza de trabajo
50	Interpolación lineal para posicionamiento de la herramienta
60	Interpolación lineal en Z para dar una profundidad de corte
70	Interpolación lineal en X para hacer una limpieza de la cara
80	Marcha rápida para alejar la herramienta de la pieza de trabajo
90	Cambio de herramienta y modificación de velocidad de giro o avance
100	Marcha rápida para posicionamiento de la herramienta en el punto inicial del primer subprograma
110-250	Llamada a subprogramas
260	Marcha rápida para alejar la herramienta de la pieza de trabajo
270	Paro de husillo y desconexión de refrigerante
280	Fin del programa

Descripción del programa para vista superior:

El programa principal para maquinar la cara superior contiene 2 subprogramas de letras, dos ciclos de taladrado, maquinado de arcos, cambios de herramienta y demás comandos.

La captura de los subprogramas para las letras se hace de la misma manera que como se hizo para las letras del frente; sólo que en esta ocasión se harán dos subprogramas con tres letras cada uno y las letras se alinean de manera vertical, siguiendo las medidas del plano de la pagina anterior.

Programa para la cara superior

```
N0000 G71 G94
N0010 G53 G56
N0020 G54
N0030 T0404 S700 F150 M03 M08
N0040 G00 X-23.000 Y15.000 Z0.000
N0050 G01 X-23.000 Y15.000 Z-0.500
N0060 X190.000 Y15.000 Z-0.500
N0070 X170.000 Y30.000 Z-0.500
N0080 X-23.000 Y30.000 Z-0.500
N0090 G00 X-23.000 Y45.000 Z60.000
N0100 T0101 S350
N0110 G00 X10.895 Y15.250 Z0.500
N0120 G25 L9001
N0130 G00 X125.105 Y15.500 Z0.500
N0140 G25 L9101
N0150 G00 X74.000 Y24.500 Z5.000
N0160 T0202
N0170 G98
N0180 G81 X74.000 Y24.500 Z-10.500 F75
N0190 T0303
N0200 G74 X37.000 Y12.250 P0=74.000 P1=24.500 D0=2 D1=2 D7=0
N0210 G75 G82 Z-3.500 D4=20
N0220 G00 X85.933 Y41.000 Z0.500
N0230 G00 X85.933 Y41.000 Z30.000
N0240 T0505
N0250 G00 X85.933 Y41.000 Z0.500
N0260 G01 X85.933 Y41.000 Z-3.500
N0270 G02 X85.933 Y8.000 I-17.446 J-16.500
N0280 G00 X85.933 Y8.000 Z5.000
N0290 G00 X62.067 Y41.000 Z0.500
N0300 G01 X62.067 Y41.000 Z-3.500
N0310 G03 X62.067 Y8.000 I17.446 J-16.500
N0320 G00 X62.067 Y41.000 Z30.000
N0330 M05 M09
N0340 M30
```

Línea	Descripción
0	Indicación de medidas en mm, indicación de avance en mm/min
10	Desactivación del desplazamiento 1,2 y desactivación del desplazamiento 3, 4,5
20	Llamada al desplazamiento 1
30	Llamada a herramienta 4, programación de velocidad de giro "S", Programación de avance "F", conexión de husillo en sentido horario y conexión de refrigerante
40	Marcha rápida para acercar la herramienta a la pieza de trabajo
50	Interpolación lineal en Z para dar una profundidad de corte
60	Interpolación lineal (para limpieza de la cara)
70	Interpolación lineal
80	Interpolación lineal
90	Marcha rápida para alejar la herramienta de la pieza de corte
100	Cambio a herramienta 1
110	Marcha rápida para posicionamiento en el punto de inicio del primer subprograma
120	Llamada a subprograma 90 con una repetición
130	Marcha rápida para posicionamiento del segundo subprograma
140	Llamada a subprograma 90 con una repetición
150	Marcha rápida para alejar la herramienta de la pieza de corte
160	Cambio a herramienta 2 (broca)
170	Retroceso al plano de inicio
180	Ciclo de taladrado
190	Cambio a herramienta 3
200	Arreglo rectangular de taladrado, este arreglo sólo hace el posicionamiento de los barrenos
210	Ejecución del taladrado del arreglo rectangular
220	Marcha rápida para posicionamiento
230	Marcha rápida para alejar la herramienta de la pieza de corte
240	Cambio a herramienta 5
250	Marcha rápida para posicionamiento
260	interpolación lineal, penetración del cortador en el material
270	Interpolación circular en sentido horario
280	Marcha rápida para extracción de la herramienta
290	Marcha rápida para posicionamiento
300	Interpolación lineal para penetración de la herramienta en el material
310	Interpolación circular en sentido antihorario
320	Marcha rápida para alejar la herramienta de la pieza de trabajo
330	Paro de husillo y desconexión de refrigerante
340	Fin del programa

Práctica No.2

Utilizar los conocimientos adquiridos para llevar a cabo el maquinado de la pieza ilustrada en el plano No. 32 (página siguiente), utilizando la fresa de CNC VCM 100 EMCO y el torno EMCO turn 120P.

Objetivo:

Con la presente práctica reafirmará en el alumno la estructuración de programas, así como el uso de los comandos, además, le permitirá visualizar la interacción entre el torno y la fresa para manufacturar piezas mecánicas de mayor complejidad.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Micrómetro o Calibrador tipo Vernier
- d) Transportador
- e) Calibrador de alturas
- f) Punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador
- i) Compás de puntas
- j) Juego de clamps de sujeción
- k) Juego de boquillas con llave

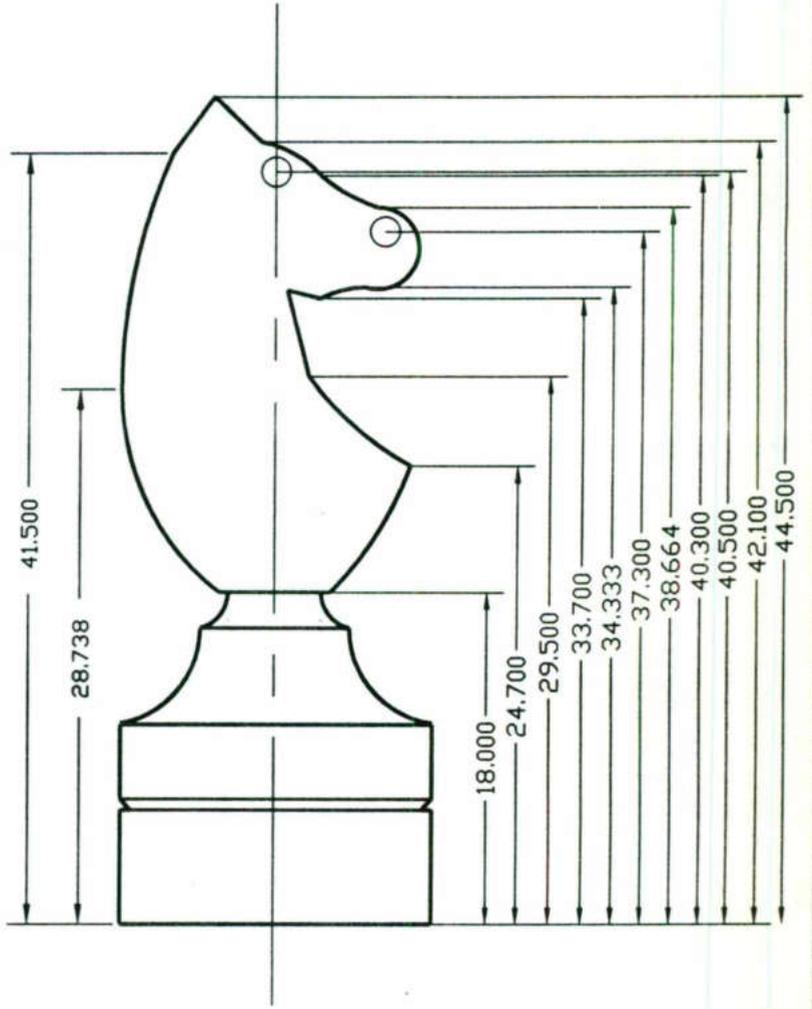
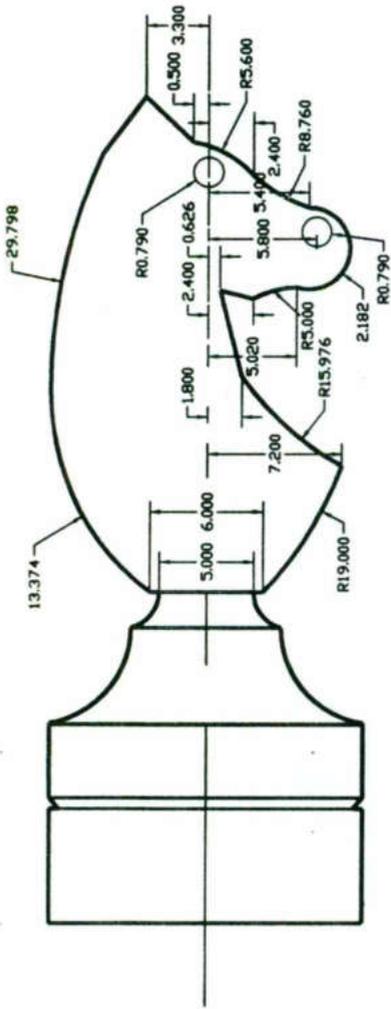
Para el maquinado de la práctica son necesarias 3 herramientas de corte que en su momento tendrán el siguiente número:

herramienta No.1 (T0101).- Broca de 1mm

Herramienta No.2 (T0202).- Cortador vertical de 1.6mm

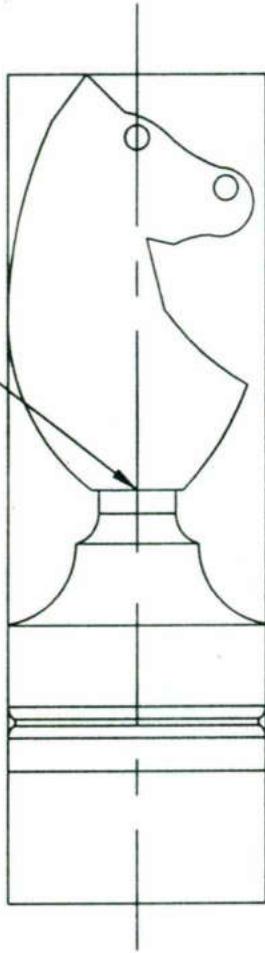
Herramienta No.3 (T0404).- Cortador vertical de 40mm

Tolerancias no indicadas
son ± 0.100



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA AREA ELECTROMECANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO			
Nombre de dibujo: Caballo			
Dibujo: MMU	No. Plano: 32	Material: Aluminio	Escala: S/E
Reviso: JPBR	Aprobado: M. en C. Aurelio Dominguez G.		Anotacion: NITM
Este dibujo debera estar aprobado antes de la fabricacion.			Fecha: 13/feb/99

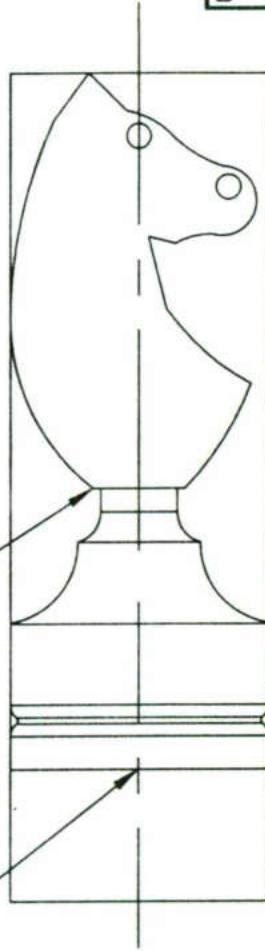
Coordenada
(0,0) del programa



TORNO

Punto de inicio
del subprograma

Coordenada
(0,0,0) del programa



FRESA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO					
Nombre de dibujo: Inicio de programas					
Dibujo: MMU	No. Plano: 33	Material: Aluminio	Escala: S/E		
Revisio: JPB	Aprobo: M. en C. Aurelio Dominguez G.	Acotacion: MIM	Fecha: 13/feb/99		

Descripción del programa

Como se puede observar en el plano No. 32, la pieza a maquinar es una pieza de ajedrez el caballo. Para el maquinado de esta pieza es necesario trabajar en torno y fresa, pero en esta unidad sólo se trabaja la parte correspondiente a la fresa y el resto se explica en el siguiente capítulo.

El material que se necesita es redondo de 7/8" que puede ser de Aluminio ó Latón. Para llevar a cabo el maquinado del caballo se requiere hacer varios procesos, primero en el programa 0030 se fresa una cara y se maquina el ojo y nariz de la misma, enseguida se gira 180 grados la pieza manualmente y en el programa 0031 se hace el mismo proceso; pero, además, se llama al subprograma 0071 donde se define la silueta del caballo. Posteriormente se lleva la pieza al torno y con el programa 0330 se maquina la base del caballo.

El programa 0030 se encarga básicamente de desbastar una cara de manera manual es decir sin un ciclo determinado, además de maquinar el ojo y nariz del caballo por medio de dos barrenados como lo indica la figura 3.31.

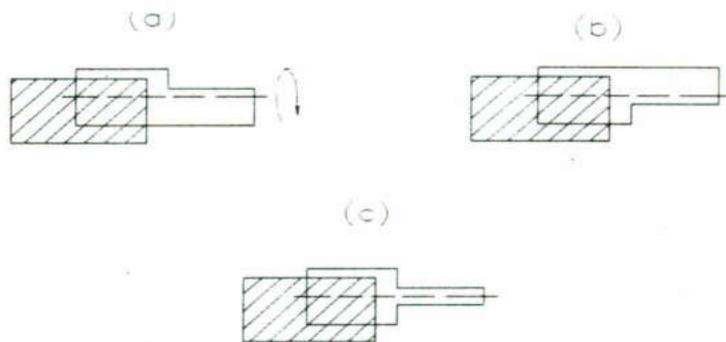


Figura 3.31.- A) Desbaste de una cara, b) Posicionamiento para desbaste de la segunda cara, c) Desbastado de la segunda cara y el contorno.

El programa queda de la siguiente manera (suponiendo un material de 7/8" de diámetro, es decir aproximadamente 19mm):

```

N0000 G71 G94
N0010 G53 G56
N0020 G58
N0030 T0404 S350 F70 M03 M08
N0040 G00 X34.500 Y20.000 Z2.000
N0050 G01 Z-1.500 F50
N0060 G01 Y-20.000 F70
N0070 Z-3.000 F50
N0080 Y20.000 F70
N0090 Z-4.500 F50
N0100 Y-20.000 F70

```

N0110 Z-6.000 F50
 N0120 Y20.000 F70
 N0130 Z-7.500 F50
 N0140 Y-20.000 F70
 N0150 Z-8.612 F50
 N0160 Y25.000
 N0170 G00 Z30.000
 N0180 T0101 S2500 F150 M03
 N0190 G00 Z-8.000
 N0200 G00 X37.800 Y5.800 G40
 N0210 G01 Z-9.612 F10
 N0220 G00 Z-8.000
 N0230 X41.000 Y0.000
 N0240 G01 Z-9.612
 N0250 G00 Z30.000
 N0260 M30

Línea	Descripción
0	Indicación de medidas en mm, indicación de avance en mm/min
10	Desactivación del desplazamiento 1,2 y desactivación del desplazamiento 3, 4,5
20	Llamada al desplazamiento 1
30	Llamada a herramienta No.3, programación de velocidad de giro "S", Programación de avance "F", conexión de husillo en sentido horario y conexión de refrigerante
40	Marcha rápida para acercar la herramienta a la pieza de trabajo
50	Interpolación lineal en z para dar profundidad de corte
60	Interpolación lineal (desbaste)
70	interpolación lineal (profundidad de corte)
80	Interpolación lineal (desbaste)
90	interpolación lineal (profundidad de corte)
100	Interpolación lineal (desbaste)
110	interpolación lineal (profundidad de corte)
120	Interpolación lineal (desbaste)
130	interpolación lineal (profundidad de corte)
140	Interpolación lineal (desbaste)
150	interpolación lineal (profundidad de corte)
160	Interpolación lineal (desbaste)
170	Marcha rápida para alejamiento de herramienta de la pieza de trabajo
180	Llamada a herramienta No.1
190	Marcha rápida para acercamiento de herramienta
200	Marcha rápida para posicionamiento
210	Interpolación lineal para barrenado de ojo
220	Marcha rápida para extracción de herramienta

Línea	Descripción
230	Marcha rápida para posicionamiento
240	Interpolación lineal para barrenado de ojo
250	Marcha rápida para extracción y alejamiento de herramienta
260	Fin de programa

El programa 0031 tiene la misma estructura, sólo que después de el maquinado de el ojo y la nariz del caballo, llama a el subprograma 0071 para que maquine el contorno del caballo.

N0000 G71 G94
 N0010 G53 G56
 N0020 G58
 N0030 T0404 S400 F70 M03 M08
 N0040 G00 X33.000 Y-30.000 Z1.000
 N0050 G01 Z-1.500 F50
 N0060 Y30.000 F70
 N0070 Z-3.000 F50
 N0080 Y-30.000 F70
 N0090 Z-4.500 F50
 N0100 Y30.000 F70
 N0120 Z-6.000 F50
 N0130 Y-30.000 F70
 N0140 Z-7.500 F50
 N0150 Y30.000 F70
 N0160 Z-8.612 F50
 N0170 Y-30.000 F50
 N0180 G00 Z30.000
 N0190 T0101 S3500 F150 M03
 N0200 G00 X37.800 Y-5.800
 N0210 Z-8.000
 N0220 G01 Z-9.612 F50
 N0230 G00 Z-8.000
 N0240 X41.000 Y0.000
 N0250 G01 Z-9.612
 N0260 G00 Z30.000
 N0270 T0202 S2500 F120 M03
 N0280 G00 X18.500 Y12.000 Z0.000
 N0290 G25 L7103
 N0300 M30

Línea	Descripción
250	Interpolación lineal para barrenado (nariz)
260	Marcha rápida para extracción y alejamiento de herramienta
270	Cambio a herramienta No.2
280	Marcha rápida para posicionamiento
290	llamada a subprograma 71 con 3 repeticiones
300	Fin de programa

El subprograma 75 es el responsable de delinear la figura del caballo, este subprograma se compone básicamente de interpolaciones lineales y circulares y queda de la siguiente manera:

N0000 G00 W-7.612
 N0010 G01 W-3.000
 N0020 X18.500 Y3.000 G41
 N0030 G02 X29.237 Y8.667 I10.932 J-7.705
 N0040 X42.000 Y6.000 I0.430 J-29.795
 N0050 G01 X45.000 Y3.300
 N0060 X42.600 Y1.500
 N0070 G02 X40.800 Y-2.400 I-5.595 J0.217
 N0080 G03 X39.165 Y-5.400 I6.725 J-5.612
 N0090 G02 X34.832 Y-5.020 I-2.182 J0.000
 N0100 G03 X34.200 Y-2.400 I-4.995 J0.180
 N0110 G01 X34.625 Y-0.625
 N0120 G03 X30.000 Y-1.800 I1.202 J-14.450
 N0130 X25.200 Y-7.200 I9.230 J-13.040
 N0140 G02 X18.500 Y-3.000 I6.520 J17.845
 N0150 G01 X18.500 Y-12.000 G40
 N0160 G00 W8.612
 N0170 G00 X18.500 Y12.000
 N0180 M17

Línea	Descripción
0	Marcha rápida para acercamiento de la herramienta a la pieza de trabajo
10	Interpolación lineal para penetración de la herramienta
20	Interpolación lineal
30	Interpolación circular en sentido horario
40	Interpolación circular en sentido horario
50	Interpolación lineal
60	Interpolación lineal
70	Interpolación circular en sentido horario
80	Interpolación circular en sentido antihorario
90	Interpolación circular en sentido horario
100	Interpolación circular en sentido antihorario
110	Interpolación lineal

Línea	Descripción
120	Interpolación circular en sentido antihorario
130	Interpolación circular en sentido antihorario
140	Interpolación circular en sentido horario
150	Interpolación lineal
160	Marcha rápida para extracción de la herramienta
170	Marcha rápida para posicionamiento
180	Fin de subprograma

3. 5 Prácticas propuestas de programación

Práctica No. 3

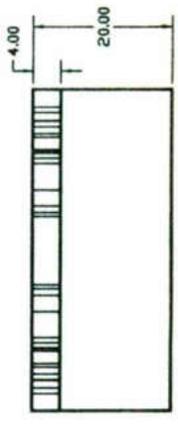
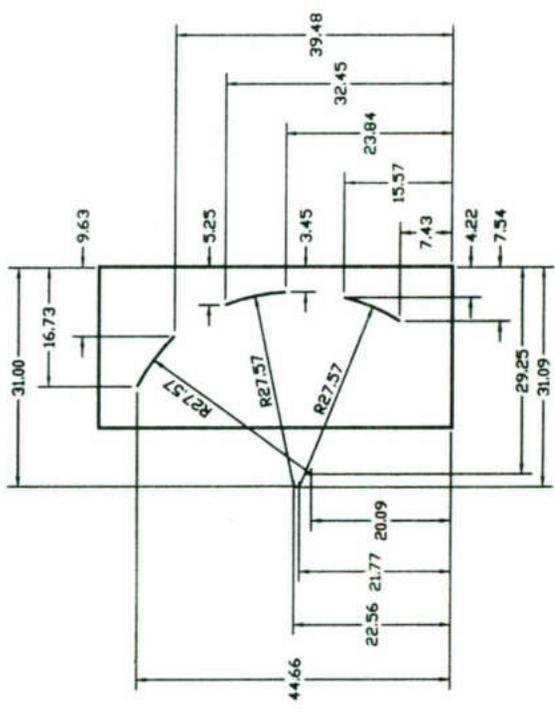
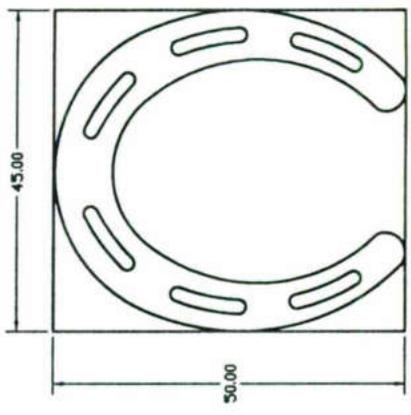
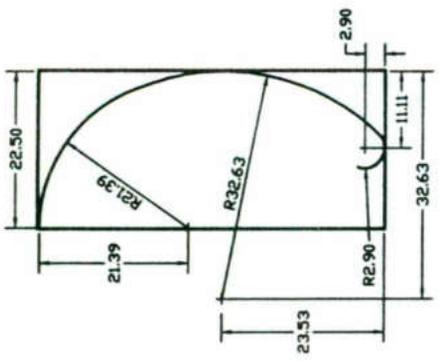
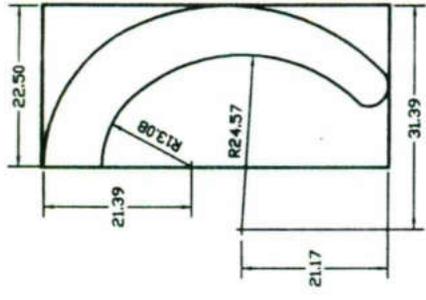
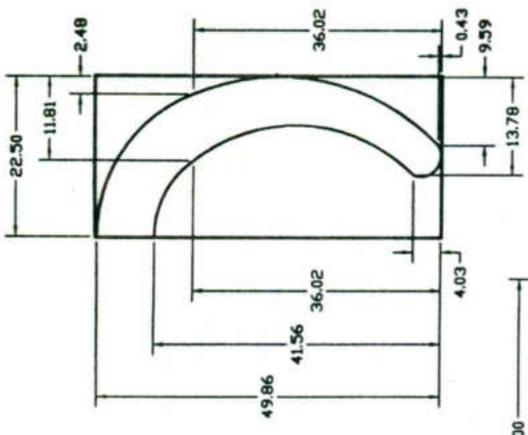
Utilizar los conocimientos adquiridos para maquinar la pieza que se ilustra en el plano No.34, utilizando la fresadora VCM 100 EMCO.

Objetivo

El propósito de este ejercicio es que el alumno ponga en práctica su conocimiento en la programación de ranuras y el uso de las funciones de reflexión y escala.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Micrómetro o Calibrador tipo Vernier
- d) Transportador
- e) Calibrador de alturas
- f) Punzón o punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador
- i) Compás de puntas
- j) Juego de clamps de sujeción
- k) Juego de boquillas con llave



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
 FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECHANICA
 CAMPUS SAN JUAN DEL RIO

Nombre de dibujo: Herradura

Dibujo:	M.M.U	No. Plano:	34	Material:	Aluminio	Escala:	S/E
Reviso:	J.P.B.R	Aprobo:	M. en C. Aurelio Dominguez G	Acotacion:		Fecha:	17/Feb/99
Este dibujo debiera estar aprobado antes de la fabricacion.							

Tolerancias no indicadas
 son ± 0.100

Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
-	1	Herradura	Aluminio 50X50X20	Maquinar en Relieve

Práctica No. 4

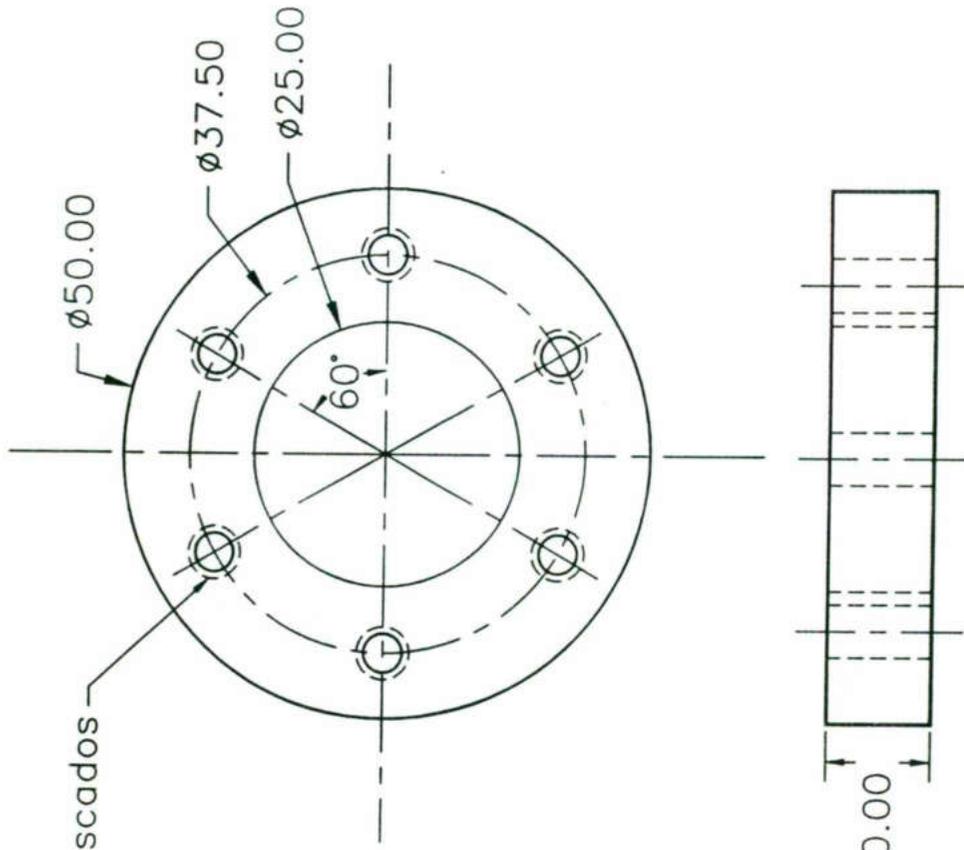
Utilizar los conocimientos adquiridos en clase para maquinar la pieza que se ilustra en el plano No. 35, utilizando la fresadora VCM 100 EMCO.

Objetivo

El alumno pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en el maquinado de barrenos sobre el perímetro de un círculo, además de practicar el machueleado haciendo uso de la fresadora.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para fresa
- b) Prensa y accesorios
- c) Micrómetro o Calibrador tipo Vernier
- d) Transportador
- e) Calibrador de alturas
- f) Punzón o punto de golpe
- g) Escuadra fija de 90°
- h) Rayador
- i) Compás de puntas
- j) Juego de clamps de sujeción
- k) Juego de boquillas con llave



6 Barrenos roscados
 $\phi 5.00$

Ref.	Cant	Nombre	Material	Notas
-	1	Brida	Aluminio 52X52X12	Matar filos

Tolerancias no indicadas
 $SON \pm 0.100$

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
 FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA
 CAMPUS SAN JUAN DEL RIO

Nombre de dibujo: Brida

Dibujo: MIMU	No. Plano: 35	Material: El especificado	Escala: S/E
Reviso: JPBR	Aprobado: M. en. C. Aurelio Dominguez G.	Acotacion: mm	Fecha: 13/feb/99

Esta dibujo debere estar aprobado antes de la fabricacion.

CAPITULO IV
TORNO CNC EMCOTURN 120P

4.1 Características técnicas del Torno EMCOTURN 120P

Margen operativo	
Diámetro máximo a torneear sobre la bancada	180 mm
Diámetro máximo a torneear sobre carro de refrentar	75 mm
Longitud máxima de torneado	160 mm
Diámetro máximo de la pieza a trabajar maquinable exteriormente	88 mm
Recorrido del carro longitudinalmente (eje Z)	176 mm
Recorrido del carro en plano (eje X)	56 mm
Husillo de trabajo	
Taladro de husillo	20.7 mm
Gama de velocidades	150-400 rpm
Regulación del n.d.r.	gradualmente
Accionamiento principal	
Accionamiento directo (sin cambio de correa)	
Motor de C.C. potencia de tiempo de conexión (100/60 tc)	2,2/4 kw
Max. par de giro	23 Nm
Accionamiento del avance	
Motores paso a paso en eje X y eje Z	
Velocidad de avance	1-2000 mm/min
Fuerza de avance	2000 N
Velocidad de avance	3m/min
Conexión eléctrica	
Alimentación de la red	3x380v/N/P 50/60 Hz
Fluctuación de tensión admisible	+10%/-5%
Potencia conectada	5 kva
Fusible de la línea de alimentación	16 A
Sistemas de herramientas	
Torreta revólver automática de 8 herramientas	8
Número de alojamientos de herramientas	16 mm
Taladro de alojamiento	12 mm
Altura de vástago de herramienta	1,1 s.
Tiempo de ciclo rítmico de cada estación	

Tabla 4.1.- Características técnicas de la máquina.

Contrapunto	
--------------------	--

Accionamiento	neumático
Diámetro de contrapunto	35 mm
Carrera del contrapunto	120 mm
Punto giratorio	integrado
Fuerza de apriete del contrapunto	máx. 2500 N/8bar
	min.. 800 N/1,8bar
Sistema de lubricación	
Husillo de trabajo y husillos de rosca esférica:	Lubricación por grasa
Guías:	Lubricación central automática por aceite

Tabla 4.1.- Características técnicas de la máquina (continuación)

4.2 Funciones G

Son las instrucciones que definen el recorrido de la herramienta en el programa CNC del torno EMCOTURN 120P.

Grupo	Función	Descripción	
0	G00	Marcha rápida	
	G01	Interpolación lineal	
	G02	Interpolación circular en el sentido horario	
	G03	Interpolación circular en el sentido antihorario	
	G04	Tiempo de espera	*
	G33	Roscado en el registro	
	G84	Ciclo de cilindrado/Ciclo de refrenado	*
	G85	Ciclo de roscado	*
	G86	Ciclo de ranurado	*
	G87	Ciclo de taladrado con rotura de viruta	*
	G88	Ciclo de taladrado con evacuación	*
1	G96	Velocidad de corte constante	
	G97	Programación directa de la velocidad de giro	**
2	G94	Indicación del avance en mm/min(1/100pulg/min)	
	G95	Indicación del avance en m/rev(1/10000pulg/rev)	**
3	G53	Desactivación de desplazamiento 1 y 2	**

Tabla 4.2.- Funciones de programación.

Grupo	Función	Descripción	
-------	---------	-------------	--

	G54	Llamada de desplazamiento 1	
	G55	Llamada de desplazamiento 2	
4	G92	1. Limitación de la velocidad de giro 2. Aplicar desplazamiento 5	*
5	G56	Desactivación del desplazamiento 3, 4, 5	**
	G57	Llamada del desplazamiento 3	
	G58	Llamada del desplazamiento 4	
	G59	Llamada del desplazamiento 5	
6	G25	Llamada de subprograma	*
	G26	Llamada de programas de polígonos	*
	G27	Salto incondicional	
7	G70	Indicación de medidas en pulgadas	--
	G71	Indicación de medidas en mm	--
8	G40	Supresión de la corrección de 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	
12	G50	Cancelar selección factor de escala	**
	G51	Seleccionar factor de escala	

Tabla 4.2.- Funciones de Programación (continuación)

* Activo por registros

** Estado de puesta en marcha

-- Estado de puesta en marcha ajustable en el modo de funcionamiento de monitor.

4.2.1 Funciones M

Las funciones M, así como las G, están ordenadas por grupos. Esto debido a que en una línea no se pueden programar dos funciones M o G del mismo grupo.

Grupo	Función	Descripción	
0	M03	Husillo CONECTADO en sentido horario	
	M04	Husillo CONECTADO en sentido antihorario	
	M05	PARO del husillo	
	M19	PARO exacto del husillo	*
1	M38	Paro exacto CONECTADO	
	M39	Paro exacto DESCONECTADO	*
2	M00	Paro programado	*

Tabla 4.3.- Funciones de programación M.

Grupo	Función	Descripción	
	M17	Final de subprograma	*

	M30	Final del programa con regreso al principio del programa	*
3	M08	Refrigerante CONECTADO	
	M09	Refrigerante DESCONECTADO	*
5	M25	Abrir el elemento de sujeción	
	M26	Cerrar el elemento de sujeción	
6	M20	Pinola de contrapunto retrasado	
	M21	Pinola de contrapunto adelantado	
7	M23	Cubeta de recogida retrasada	
	M24	Cubeta de recogida adelantada	**
8	M50	Desactivación de herramientas bidireccional	
	M51	Activación de la lógica en dirección en caso de tambor de herramientas bidireccional	
9	M52	Desactivación del automatismo de la puerta	
	M53	Activación del automatismo de la puerta	

Tabla 4.3.- Funciones de programación M (continuación).

* Activo por registro

** Estado de puesta en marcha

2.2 Parámetros D.

on valores auxiliares en la programación de los comandos G (ver sección 4.3)

Parámetros	Función	Descripción	Opción por Default
D0	G84	Sobremedida en X (U) (mm)	Ninguna sobremedida en X(U)
D1		NO EMPLEADO	
D2	G84	Sobremedida en Z(W) (μm)	Ninguna sobremedida en Z(W)
	G84	División del corte (μm)	Ninguna división del corte
	G85	Parámetro de modalidad (μm)	
D3	G86	Aproximación por cada corte (μm)	Ninguna aproximación por c/corte
	G87	Profundidad de taladro del 1er. corte	Ninguna división del corte
	G88	Profundidad de taladro del 2do. corte	Ninguna división del corte
D4	G04	Tiempo de espera (1/10s)	Ningún tiempo de espera
	G85	Cantidad de cortes en vacío	Cantidad de pasos en vacío
	G86	Tiempo de espera (1/10s)	Ningún tiempo de espera

Tabla 4.4.- Tabla de parámetros D.

Parámetros	Función	Descripción	Opción por Default
------------	---------	-------------	--------------------

	G87	Tiempo de espera (1/10 s)	Ningún tiempo de espera
	G88	Tiempo de espera (1/10 s)	Ningún tiempo de espera
D5	G85	Ángulo entre flancos	Aproximación de ranurado
	G86	Ancho de la herramienta (μm)	Ninguna reducción de la profundidad corte
	G87	Profundidad de reducción de la profundidad de corte	Ninguna reducción de la profundidad de corte
D6	G85	Profundidad de la rosca (μm)	
	G86	Mínima profundidad del taladro (μm)	Ninguna profundidad de taladro mínima
	G87	Mínima profundidad de taladro (μm)	Ninguna profundidad de taladro mínima
D7	G85	Parámetro de modalidad	Ver G85

Tabla 4.4.- Tabla de parámetros D (continuación).

2.3 Direcciones y sus dimensiones de entrada

Direcciones	Métricas	En pulgadas
Direcciones de desplazamiento abs. X, Z	+ (mm)	+ (pulg)
Direcciones de desplazamiento incrementales U;W	+ (mm)	+ (pulg)
Parámetros de interpolación circular I,K	+ (mm)	+ (pulg)
1) F - Paso de rosca (G33,G85)	(mm)	(1/1000 pulg)
2) F - Avance por minuto (G94)	(mm/mín.)	(1/100 pulg/m)
3) F - Avance por vuelta (G95)	(m/rev)	(rev/mín)
1) S - Programación directa de la velocidad de giro (G97)	(rev/mín)	(rev/mín)
2) S - Limitación de la velocidad de giro (G92)	(rev/mín)	(rev/mín)
3) S - Velocidad de corte (G96)	(m/mín)	(pulg/mín)
4) S - Posición angular (M19)	(°)	(°)

Tabla 4.5.- Direcciones y Dimensiones de entrada.

3 Descripción de los comandos de programación G.

G00 Marcha rápida G00 X ó U, Z ó W

G00 (Marcha rápida). Es un movimiento de desplazamiento; no de trabajo o corte. La velocidad de la marcha rápida esta fijada de fábrica, y no se puede cambiar.

Para ejecutar esta función se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro (renglón)	
G00	Instrucción de marcha rápida	
X, Z	Coordenadas absolutas del punto destino (U, W para el caso incremental)	

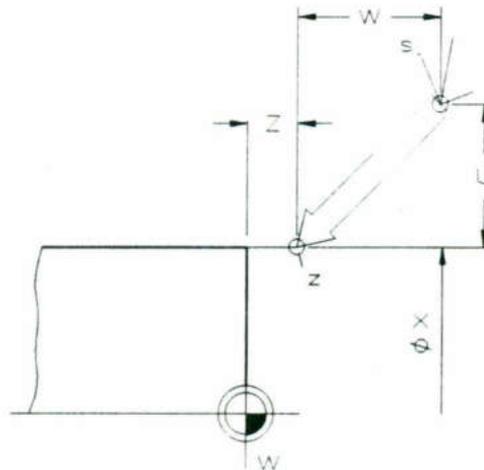


Figura 4.1.- Desplazamiento rápido.

La instrucción siguiente hace que la herramienta se desplace rápidamente de donde se encuentra hasta llegar a las coordenadas programadas, las cuales se pueden dar de manera absoluta o incremental como se ve a continuación:

Programación absoluta

N000	G00	X40.0	Z2.0
------	-----	-------	------

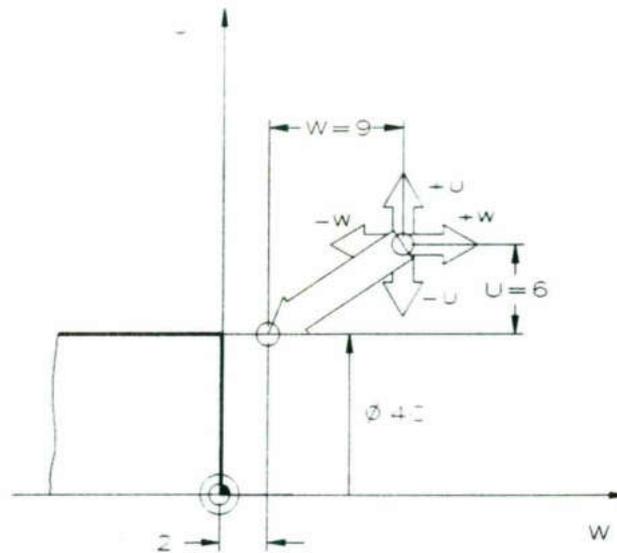


Figura 4.2.- Desplazamiento rápido, programación absoluta.

Programación incremental

N000	G00	U-6.0 W-9.0
------	-----	-------------

Es importante hacer notar que las coordenadas sobre el eje X deben ser asignadas de forma diametral, y no radial, como generalmente se hace.

G01 Interpolación lineal G01 X ó U, Z ó W

G01 es un movimiento de trabajo lineal, es decir, en el que se puede cortar, por lo que se debe programar el avance (F). Este puede ser dado en mm/min (G94) o en $\mu\text{m}/\text{rev}$ (G95) y debe especificarse *al inicio de cada programa*.

Para ejecutar la función G01 se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G01	Instrucción de interpolación lineal	
X, Z	Coordenadas absolutas del punto destino (U, W en el caso incremental)	0
F	Avance	Último programado

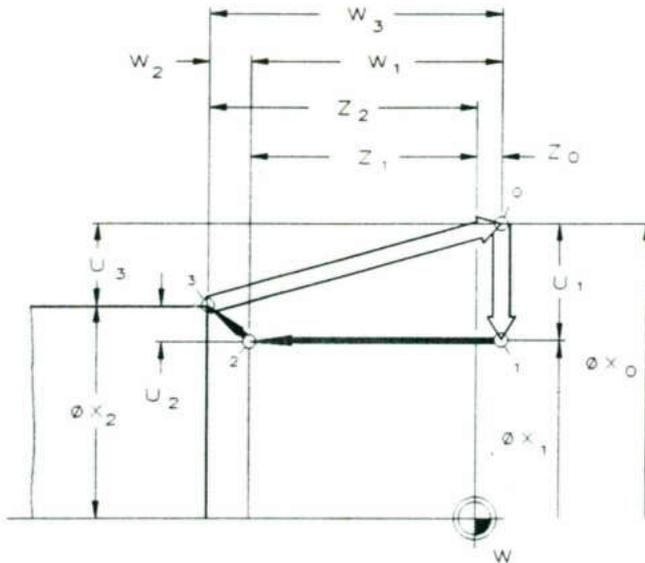


Figura 4.3.- Desplazamiento de corte.

En el programa siguiente se aplica la función G00 para acercar o alejar la herramienta a la pieza de trabajo y la función G01 para realizar los cortes.

Programación absoluta

N	G00	X1	
N	G01	Z1	F
N	G01	X2 -Z2	F
N	G00	X0 Z0	

Programación incremental

N	G00	-U1	
N	G01	-W1	F
N	G01	U2 -W2	F
N	G00	U3 -W3	

G02 Interpolación circular en sentido horario G03 Interpolación circular en sentido antihorario

Esta instrucción hará un corte en forma de arco, para ello es necesario programar el punto de inicio, el punto destino y el centro del arco, este último debe ser incremental desde el punto de comienzo del arco.

Para ejecutar la función G02 o G03 se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G02	Instrucción de interpolación circular en sentido horario (G03 para sentido antihorario)	
X, Z	Coordenadas absolutas del punto destino (U, W en el caso incremental)	0
I, K	Coordenada incremental del centro del círculo (K para incremental)	
F	Avance	Último programado

La siguiente instrucción hace un corte en sentido horario en forma de arco:

Programación absoluta

N	G02	X-Z	I K F
---	-----	-----	-------

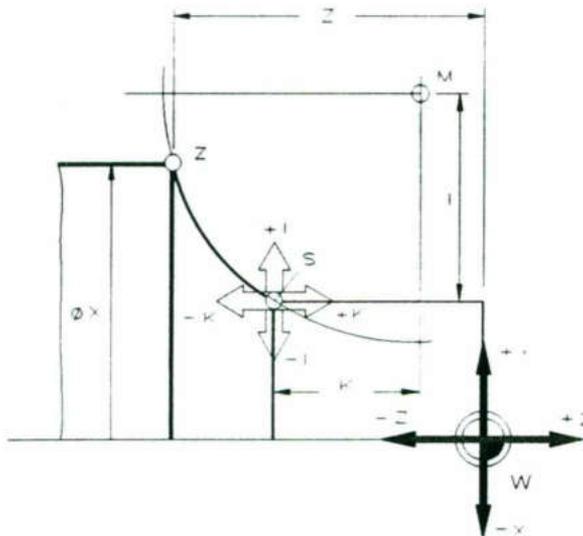


Figura 4.4.- Interpolación circular, programación absoluta.

Programación incremental

N	G02	U-W	I K F
---	-----	-----	-------

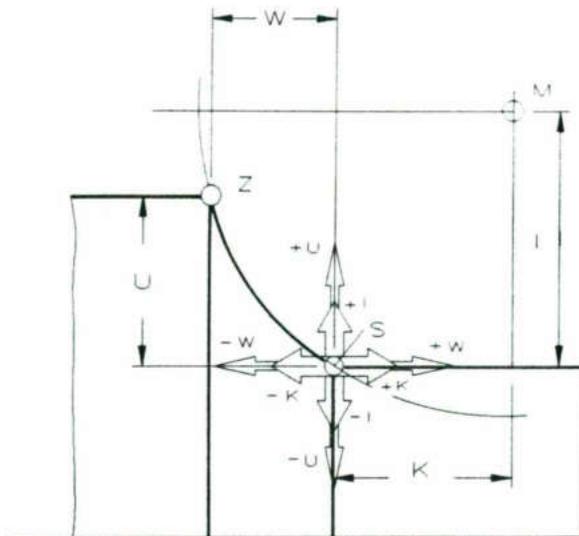


Figura 4.5.- Interpolación circular, programación incremental.

G04 Tiempo de espera G04 D4

Con la función G4 se programa bajo el parámetro D4 un tiempo de espera.

Campo de entrada: 1-10000 (0.1s - 1000s), cada unidad vale 0.1 s.

Cabe mencionar que la función G4 actúa solo por registros y se ejecuta sólo al final del registro. Indistintamente si se ha escrito el tiempo de espera delante o detrás de otras palabras en el registro.

Es decir, si se programa la instrucción

N 100	G4	D4 20	M03
-------	----	-------	-----

El primer paso que se ejecuta es la conexión del husillo principal en sentido horario (instrucción M3), paso seguido, se ejecuta el tiempo de espera programado en 2 segundos.

G25 Llamada de un subprograma M17 Orden de retroceso

En principio, un subprograma tiene la misma estructura que un programa principal, con las siguientes diferencias:

- el número de un subprograma debe estar entre 0080 - 0255.
- el subprograma debe tener como última línea la instrucción M17.

La instrucción M17 denota el fin del subprograma conjunto con la instrucción de retorno al programa principal.

Dentro de la estructura del programa principal, en el renglón en el que exista la instrucción G25, esta debe ir acompañada del parámetro L4.

El parámetro L4 denomina la dirección del subprograma y el número de pasadas.

En el capítulo anterior se muestra un ejemplo esquemático para G25.

G26 Llamada de programas de polígonos G26 L

Con la función G26 se invocan programas de polígonos 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 de 07000 09999 están reservados para la simulación gráfica.

G27 Salto incondicional G27 L

G27 causa un salto en la ejecución de un programa. Bajo el parámetro L se programa el número de registro al que se debe saltar.

Es decir, si se quiere saltar del registro N100 al registro N250, se debe programar:

N100	G27	L250
------	-----	------

G33 Rosca de registro individual G33 X ó U Z ó W F

Con G33 se puede producir una rosca en cortes individuales. Los movimientos de aproximación y retroceso han de programarse en sus propios registros. Las advertencias y aclaraciones sobre entrada de rosca, salida de rosca y paso de rosca citadas en el ciclo G85 de roscado son válidas también para G33.

Para ejecutar la función G33 se requieren los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G33	Rosca de registro individual	
X, Z	Coordenadas absolutas del punto destino (U, W en el caso incremental).	0
F	Paso de la rosca	

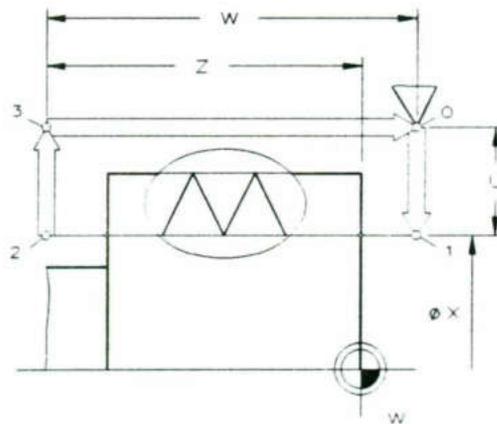


Figura 4.6.- Roscado individual.

La instrucción siguiente ejecuta un roscado con corte individual en la pieza. las funciones G00 solo sirven para acercar o alejar la herramienta y solo la función G33 realiza el trabajo de roscado.

Programación absoluta

N110	G00	X42,000 Z3000	
N120	G00	X39,400	
N130	G33	Z-36,000	F...
N140	G00	X42,000	
N150	G00	Z3,000	

Programación incremental

N120	G00	U-1,300	
N130	G33	W-39,000	F...
N140	G00	U1,300	

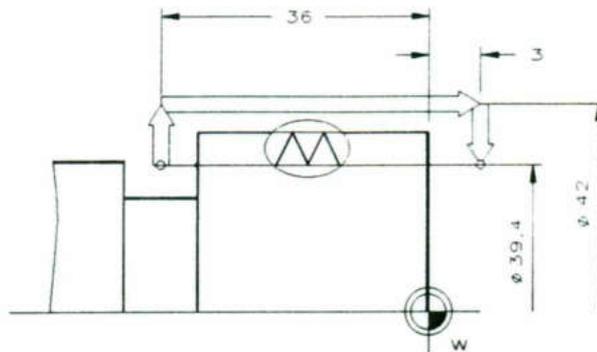


Figura 4.7.- Rosca de paso F.

- 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

Se mide la punta teórica del filo y se registra en el archivo de herramientas.

Por razones tecnológicas del mecanizado por arranque de virutas, la punta del filo está provista siempre de una curvatura. Los puntos generadores del contorno al torneado no son las puntas teóricas del filo, sino los puntos periféricos de la curva del filo.

Con ello, en biseles y círculos resultan diferencias con respecto al contorno programado.

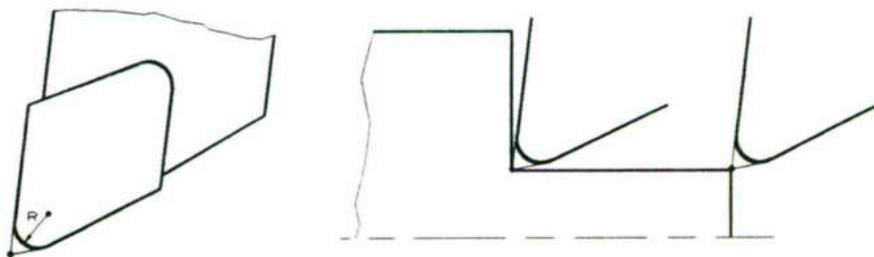


Figura 4.8.- Punta teórica.

G51 / G50 Selección y cancelación del factor de escala G51 X ó U Y ó V Z ó W P7

Un trayecto de herramienta puede ser ampliado o reducido de forma lineal desde un punto de referencia (B). El factor de escala puede tomar valores desde 0 a (+/-) 9999.999 por ejemplo:

M 1:2P7=0.5

M 1.38:1P7=1.38

Para llevar a cabo la selección de un factor de escala se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G51	Selección del factor de escala	
X, Y, Z	Coordenadas del punto de referencia (U, V, W en el caso incremental)	0
P7	Factor de la escala para ampliación o reducción	1

Para cancelar la selección del factor de escala se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G50	Cancelar la selección del factor de escala	

Ejemplo:

Si usted ha escrito un programa para una pieza de un diámetro de 24, pero usted sólo consigue piezas de un diámetro de 20, usted debe programar la siguiente de la siguiente manera.

N10	G51	X0.000, Z=0.000	P7=20/24
N20	*		
N30	G50		

* Programa común para diámetro 24

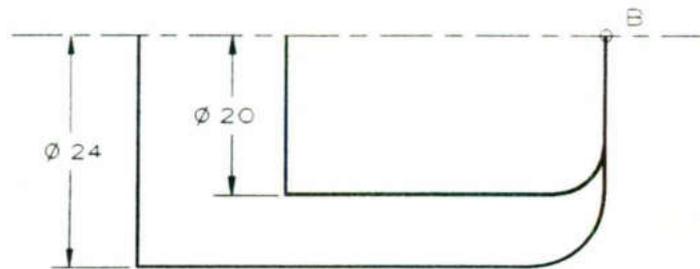


Figura 4.9.- Escala.

G70 programación en pulgadas

Si se escribe G70 al principio del programa, se calculan todas las dimensiones en el sistema Inglés (pulgadas).

G71 Programación en milímetros

Si se escribe G71 al principio del programa, se calculan todas las dimensiones en el sistema Internacional (mm).

G70 y G 71 son funciones automantenidas del mismo grupo, es decir que si en un programa principal se tienen especificadas las unidades en mm y se llama un subprograma que no tenga especificación de medidas, este obedecerá a las programadas en el programa principal.

G84 Ciclo de cilindrado G84 X ó U Z ó W P0-P2 D0-D2 D3 F

Para programar el ciclo de cilindrado debe tomarse en cuenta por un lado que el corte de la herramienta se realiza en pasadas horizontales y por otro que en la programación el parámetro X se debe escribir antes que Z (U antes que W en incremental).

Para programar un ciclo de cilindrado se necesitan los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G84	Instrucción de cilindrado	
X, Z	Valores del vértice contorno K (U, W en caso incremental)	0
P0	Medida del cono en X (U)	0
P2	Medida del cono en Z (W)	0
D0	Sobre medida del cono en X (U)	0
D2	Sobre medida del cono en Z (W)	0
D3	Distribución del corte, es decir, profundidad de corte	De una pasada
F	Avance	Último programado

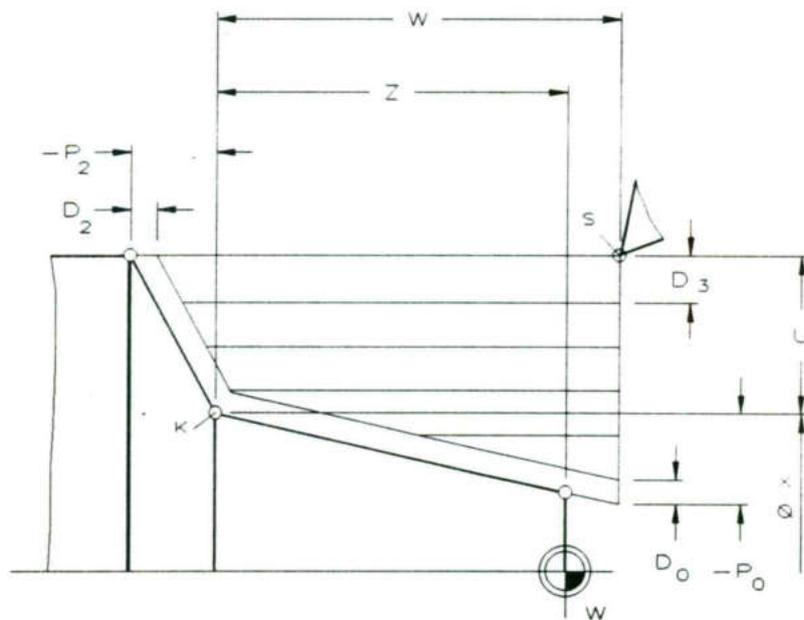


Figura 4.10.-Ciclo de cilindrado.

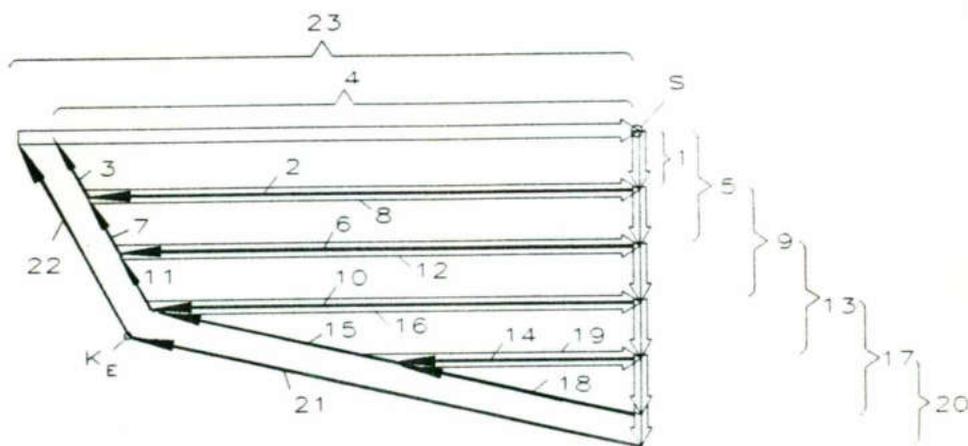


Figura 4.11.- Trayectoria de la herramienta.

G84 Ciclo de refrendado
G84 Z ó W X ó U P0-P2 D0-D2 D3 F

El ciclo de refrendado es similar al de cilindrado, con la diferencia de que en el de refrendado la herramienta hace los cortes en forma vertical. Cabe señalar que la coordenada Z debe escribirse antes que la coordenada X (W antes que U en incremental) ya que de no hacerlo podría ocurrir una colisión.

G85 Ciclo de Roscado Longitudinal (cilíndrico)
G85 X ó U Z ó W P2 D3 D4 D5 D6 D7 F

La función G85 es una instrucción de roscado a la que variando la forma de programación puede maquinarse roscas de diferentes tipos, con la misma función G85. Tenga en cuenta que debe poner especial atención en no equivocarse en el orden de escritura de los parámetros, ya que esto podría ocasionar un cambio en la programación y se podría suscitar una colisión.

La función G85 en este caso nos hace una rosca a lo largo de una barra de manera automática y para ello se requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G85	Función para Ciclo de roscado	
X, Z	Coordenadas del punto final K o N del roscado (U, W para el caso incremental)	0
P2	Salida de rosca *	0
D3	Véase tabla 4.6.	
D4	Número de cortes en vacío	1
D5	Ángulo de los flancos del tornillo	
D6	Profundidad de rosca	
D7	Véase tabla	
F	Paso de rosca	

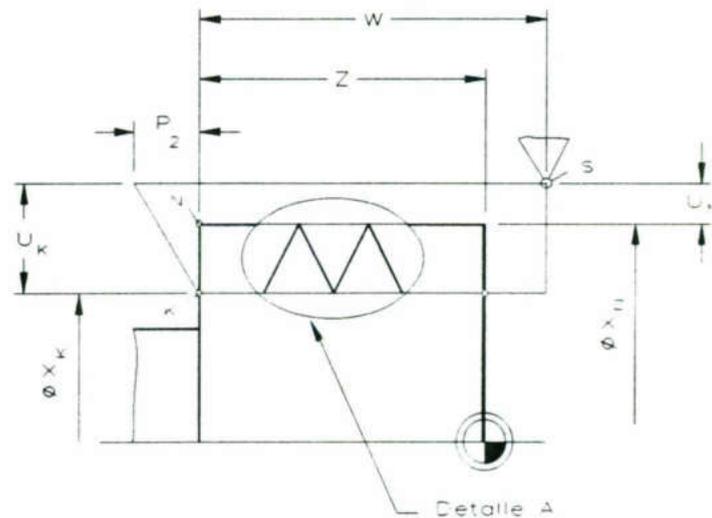


Figura 4.12.- Roscado longitudinal.

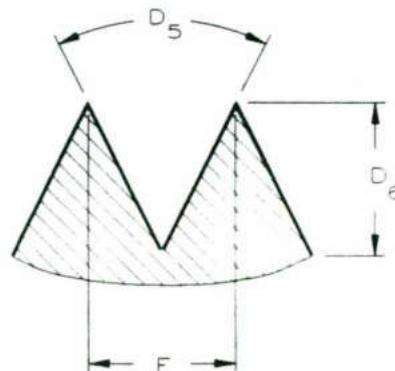


Figura 4.13.- Detalle A.

* Ver tabla 4.6

G85 Ciclo de Roscado Plano (cilíndrico)
G85 Z ó W X ó U P0 D3 D4 D6 D7 F

Datos de programación:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G85	Ciclo de roscado	
Z, X	Coordenadas del punto final K ó N	0
P2	Salida de rosca *	
D3	Véase tabla 4.6.	
D4	Número de cortes en vacío	1
D5	Ángulo de flancos del tornillo	
D6	Profundidad de rosca	
D7	Véase tabla *	
F	Paso de rosca	

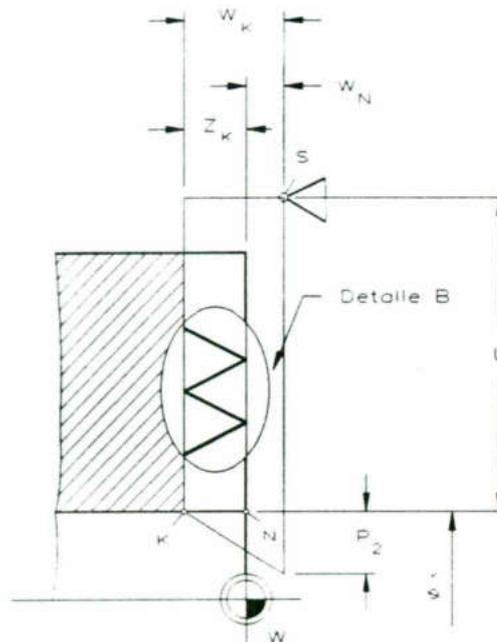


Figura 4.14.- Roscado plano.

*Ver tabla 4.6.

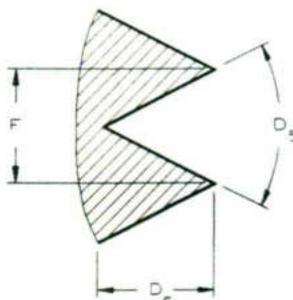


Figura 4.15.- Detalle B.

**G85 Ciclo de roscado longitudinal (cónico)
G85 X ó U Z ó W P0 P2 D3 D4 D5 D6 D7 F**

Datos de programación:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G85	Función para Roscado Longitudinal Plano	
X, Z	Coordenadas del punto final K ó N del roscado (U, W en el caso incremental)	
P0	Medida del cono	0
P2	Salida de rosca*	0
D3	Véase tabla 4.6.	
D4	Número de cortes en vacío	1
D5	Ángulo de los flancos del tornillo	
D6	Profundidad de rosca	
D7	Véase tabla*	
F	Paso de la rosca	

*Ver tabla 4.6.

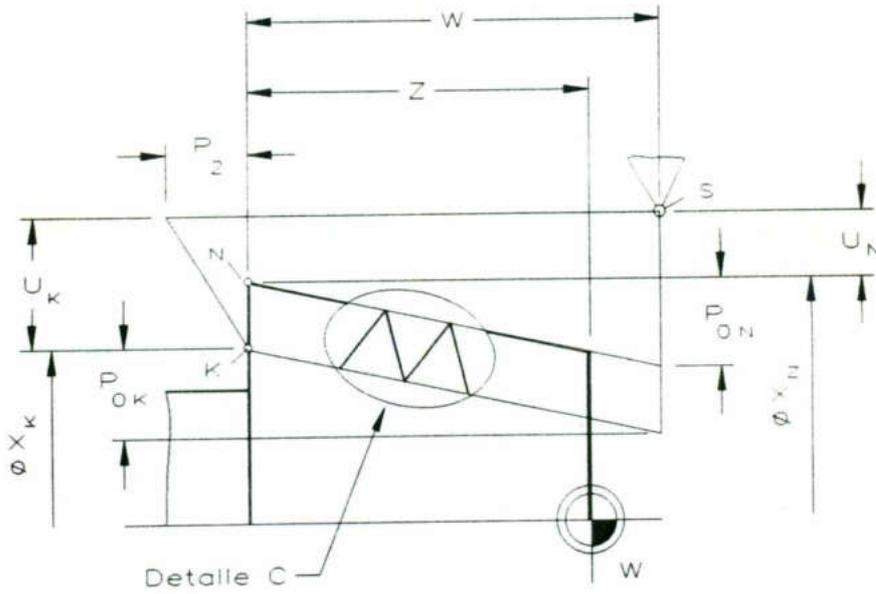


Figura 4.16.- Roscado longitudinal.

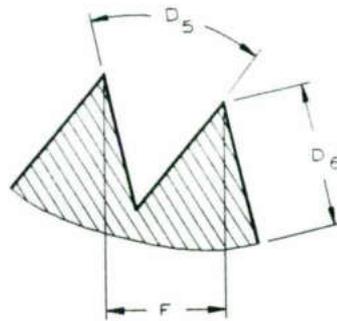


Figura 4.17.- Detalle C.

G85 Ciclo de Roscado Plano (cónico)
G85 X ó U Z ó W P0 P2 D3 D4 D5 D6 D7 F

Datos de programación:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G85	Función para Roscado Plano Cónico	
X, Z	Coordenadas del punto final K ó N del roscado (U, W en el caso incremental)	
P2	Salida de la rosca*	0
P0	Medida del cono	0
D3	Véase tabla 4.6.	
D4	Números de cortes en vacío	1
D5	Ángulo de los flancos del tornillo	
D6	Profundidad de la rosca	
D7	Véase tabla*	
F	Paso de la rosca	

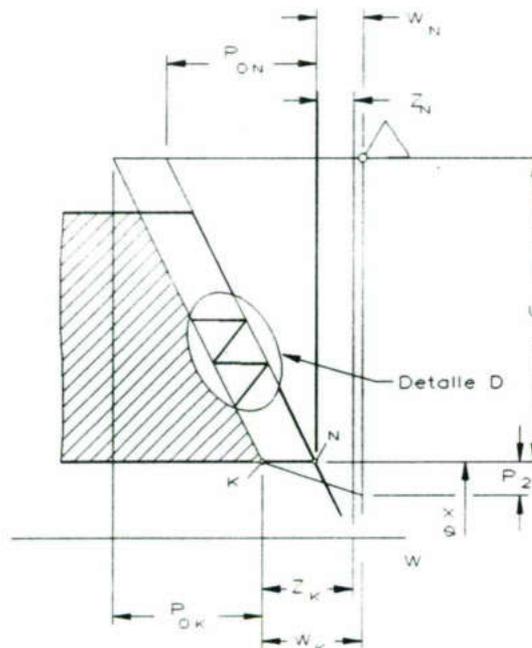


Figura 4.18.- Roscado plano (cónico).

*Ver tabla 4.6.

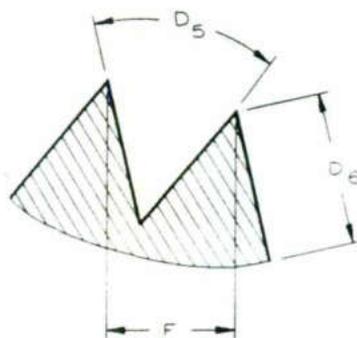


Figura 4.19.- Detalle D.

Sin D7 D7=0	Dec. 	
D7=1	Const. 	
D7=2	Dec. 	
D7=3	Const. 	
D7=4	Dec. 	
D7=5	Const. 	
D7=6	Dec. 	
D7=7	Const. 	

Tabla 4.6.- Parámetro D3 / D7.

Ángulo entre flancos (D5)	Ángulo de avance
40°	19°
55°	26°
60°	29°
80°	39°

Tabla 4.6.- Parámetro D5.

G86 Ciclo de Ranurado (Longitudinal) G86 X ó U Z ó W D3 D4 D5 F

Esta instrucción maquina una ranura en un costado de la pieza. Al utilizar la función G86 se debe tener especial cuidado en programar la coordenada X (U) antes que Z (W) ya que de lo contrario podría haber una mala interpretación de programación y ocurrir una colisión.

Para ejecutar el Ciclo de Ranurado Longitudinal se requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G86	Función para Ranurado Longitudinal	
X, Z	Coordenadas del vértice del contorno K (U, W en el caso incremental)	0
D3	Avance por cada corte	De una pasada
D4	Tiempo de espera	0
D5	Anchura de la herramienta	
F	Avance	Último programado

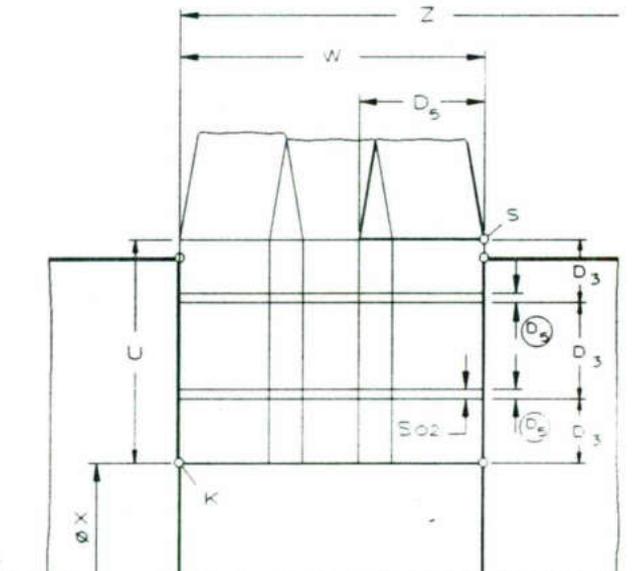


Figura 4.20.- Ciclo de ranurado longitudinal.

S2o.- Retroceso por cada corte (μm)

G86 Ciclo de ranurado (frontal)
G86 Z ó W X ó U D3 D4 D5 F

La programación para el ranurado frontal es muy similar a la del longitudinal, con la diferencia de que la coordenada Z (W) debe escribirse antes que X (U). Con esto se logra que el maquinado se haga en la parte Frontal de la pieza.

Para llevar a cabo el ciclo de Ranurado Frontal, se requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G86	Función para Ranurado Frontal	
Z, X	Coordenadas del vértice del contorno K (W, U en el caso incremental)	
D3	Avance por cada corte	Una pasada
D4	Tiempo de espera	0
D5	Anchura de la herramienta	
F	Avance	Último programado

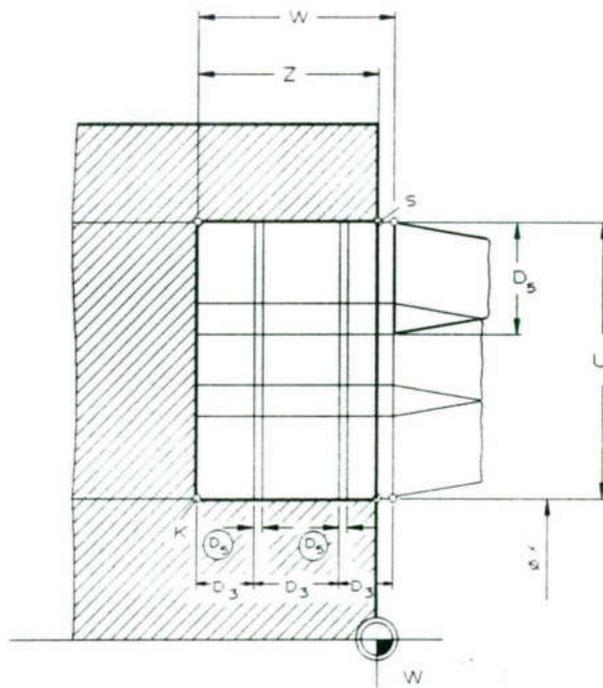


Figura 4.21.- Ranurado frontal.

G87 Ciclo de taladrado con rotura de viruta

G87 Z ó W D3 D4 D5 D6 F

La función G87 hará un ciclo de taladrado con ruptura de viruta, es decir, la broca no entra con un avance constante si no que lo hace en pequeños pasos dando oportunidad a que la viruta sea cortada.

Cabe mencionar que es preferible que los parámetros D3, D4 y D5 sean programados por default, ya que de lo contrario se caerá en una programación muy compleja.

Para ejecutar la función G87 se requiere de los siguientes parámetros:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G87	Instrucción para Taladrado con Rotura de Viruta	
Z	Coordenadas del punto destino (W en el caso incremental)	
D3	Profundidad de taladrado del primer corte	Una pasada
D4	Tiempo de espera en el punto destino	0
D5	Porcentaje de reducción de la profundidad de corte	100%
D6	Profundidad de taladrado mínima	100 μ m
F	Avance	Último programado

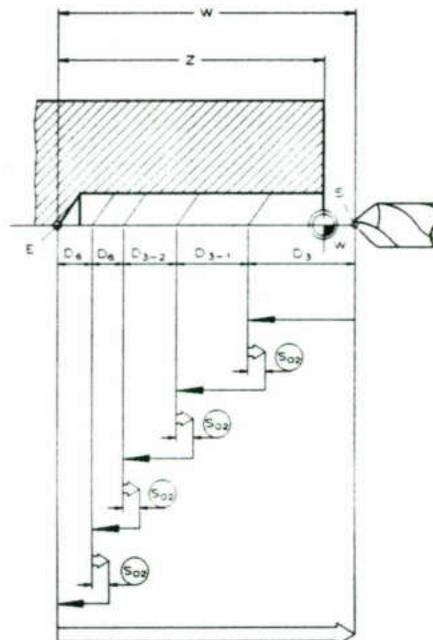


Figura 4.22.- Ciclo de taladrado con rotura de viruta.

G88 Ciclo de taladrado con evacuación G88 Z ó W D3 D4 D5 D6 F

El ciclo de taladrado con evacuación tiene la ventaja de que al taladrar el avance de la broca no es constante, sino que es por pasos. En cada paso, la broca sale para arrojar la viruta, vuelve a entrar para perforar y nuevamente sale a arrojar la viruta las veces que sea necesario.

Para programar esta instrucción se requiere de los siguientes datos:

Variable	Descripción	Opción Default
N	Número de registro	
G88	Instrucción para Taladrado con Rotura de Viruta	
Z	Coordenadas del punto destino (W en el caso incremental)	
D3	Profundidad de taladrado del primer corte	Una pasada
D4	Tiempo de espera en el punto destino	0
D5	Porcentaje de reducción de la profundidad de corte	100%
D6	Profundidad de taladrado mínima	100 μ m
F	Avance	Último programado

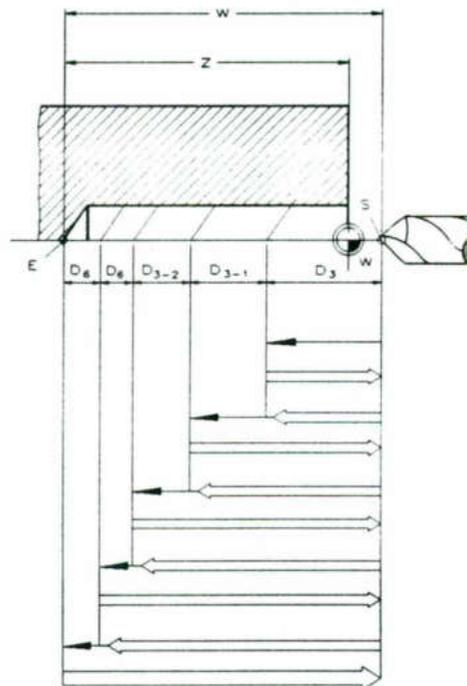


Figura 4.23.- Ciclo de taladrado con evacuación.

$$D_{xn} = \frac{D_{3_{xn-1}} \times D_5}{100}$$

G92 Limitación de la Velocidad de Giro G92 S

La función G92 es una función doble, ya que si se programa en unión con el parámetro S, se interpreta G92 por el mando como limitación de la velocidad de giro y el valor es introducido por el parámetro S. Si 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.

Misión de G92 / S:

En caso de altas velocidades de giro aparecen fuerzas centrífugas, éstas reducen la fuerza 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.

G92 Indicaciones para registro de desplazamiento de posición 5 en el programa NC G92 X ó U Z ó W

Si se programa en unión con los parámetros X (U) y Z (W), se realizan indicaciones de desplazamiento para el registro de desplazamiento de posición 5. 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 5.

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

Activación del desplazamiento del sistema de coordenadas.

Con G59 se realiza el desplazamiento del sistema de coordenadas.

Advertencia:

No debe programarse G59 en el mismo registro de NC que G92.

G94 Indicación del avance en mm/min (1/100 pulg/min)

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

G95 Indicación del avance en $\mu\text{m}/\text{rev}$ (1/100 pulg/ rev)

G95 es el estado de puesta en marcha del mando. Si no se programa ningún G94, se ejecutan en $\mu\text{m}/\text{min}$ (1/10000 pulg/min) todos los valores de avance.

G96 Velocidad de corte constante**G96 S**

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

$$V = \frac{\pi DS}{1000}$$

V.- Velocidad de corte (m/min)

D.- Diámetro de la pieza (mm)

S.- Velocidad de giro (rev/min)

G97 Programación directa de la velocidad de giro**G97 S**

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.

4.4 Ejercicios de programación resueltos

Práctica No.1

Utilizar los conocimientos adquiridos para maquinar la pieza ilustrada en el plano de la siguiente página, utilizando el torno de CNC EMCO TURN 120P.

Objetivo

Con la presente práctica el alumno se familiarizará con la estructuración de un programa de CNC para el torno 120P, así como al uso correcto de las herramientas de acuerdo a la forma de la pieza mecánica.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para torno
- b) Calibrador tipo Vernier
- c) Escuadra
- d) Rallador

Para el maquinado de la práctica son necesarias 5 herramientas de corte que en su momento tendrán el siguiente número:

- Herramienta No.1 (T0101).- Buril de acabado derecho
- Herramienta No.2 (T0202).- Broca de centros
- Herramienta No.3 (T0303).- Herramienta de trozar
- Herramienta No.4 (T0404).- Buril de acabado izquierdo
- Herramienta No.5 (T0808).- Herramienta de mandrilar o barra de interiores.

Descripción de la práctica

Para llevar a cabo el maquinado de la copa es necesario una barra de aluminio de aproximadamente 90 mm de largo y 39 mm de diámetro.

El programa empieza por maquinar el interior de la copa, esto con el fin de poder introducir el contrapunto para que el maquinado del resto de la copa se haga con mayor seguridad. Cabe mencionar que se debe poner especial atención en el maquinado interior para evitar que ocurra un posible atascamiento, ya que la herramienta de mandrilar que se ocupa, tendrá que penetrar en el material efectuando la función de taladrado, esto debido a que entre las posibles herramientas del torno no se encuentran brocas para hacer barrenados. Se recomienda que esta parte del maquinado se haga con un avance muy lento.

El resto del maquinado no presenta mayor dificultad, ya que sólo se trata de ciclos de cilindrado, ranurado e interpolaciones lineales y circulares.

El programa principal

```
N0000 G71 G94 G53 G56
N0010 G54
N0020 T0202 M03 S400 M08
N0030 G00 Z3.000
N0040 G00 X0.000
N0050 G01 X0.000 Z-9.000 F80
N0060 G01 X0.000 Z3.000
N0070 G00 X70.000
N0080 G00 Z10.000
N0090 M05
N0100 G04 D3=10
N0110 T0808 M04 S900
N0120 G00 Z3.000
N0130 G01 X13.000 F10
N0140 G01 X13.000 Z-19.000 F10
N0150 G01 X13.000 Z0.000 F10
N0160 G84 X26.368 Z-12.708 P0=1.465 P2=-5.529 D3=500 F80
N0170 G01 X13.000 Z-7.944
N0180 G84 X21.078 Z-16.545 P0=3.967 P2=-2.117 F120 D3=500
N0190 G01 Z3.000 F150
N0200 G01 X30.100
N0210 G01 X30.100 Z0.000
N0220 G01 X30.100 Z-6.438
N0230 G03 X16.578 Z-19.000 I-15.050 K0.000 F80
N0240 G01 X13.000 Z-19.000
N0250 G01 X13.000 Z3.000 F80
N0260 G00 X70.000 Z10.000
```

N0270 M05
N0280 G04 D4=10
N0290 M21
N0300 G04 D4=10
N0310 T0101 M04 S700 M08
N0320 G00 X70.000 Z10.000
N0330 G00 X38.300 Z1.000
N0340 G01 X38.300 Z-70.000 F120
N0350 G00 X39.000 Z-70.000
N0360 G00 X70.000 Z10.000
N0370 T0303 S700
N0380 G00 X39.000 Z-34.247
N0390 G86 X12.500 Z-47.039 D3=500 D4=10 D5=3000 F15
N0400 G00 X70.000
N0410 G00 Z10.000
N0420 T0101 S700 M04
N0430 G00 Z-47.039
N0440 G00 X39.000
N0450 G84 X18.094 Z-52.617 P0=-2.040 P2=-3.030 D3=500 F120
N0460 G00 X70.000
N0470 G00 Z10.000
N0480 T0404 S700
N0490 G00 Z-34.247
N0500 G00 X39.300
N0510 G84 X16.640 Z-28.640 P0=-1.147 P2=9.497 D3=500 F120
N0520 G00 X39.000
N0530 G00 Z-21.928
N0540 G84 X36.698 Z-18.728 P0=-1.983 P2=3.457 D3=500 F120
N0550 G00 X70.000
N0560 G00 Z10.000
N0570 T0101 S700 M04
N0580 G00 Z-53.781
N0590 G00 X39.000
N0600 G01 X34.372 Z-53.781 F120
N0610 G01 X39.002 Z-57.889
N0620 G00 X50.000
N0630 G00 Z-40.643
N0640 G01 X12.000 Z-40.643 F40
N0650 G01 X12.000 Z-47.039 F80
N0660 G02 X27.724 Z-54.900 I7.862 K0.000 F80
N0670 G03 X38.100 Z-60.000 I0.088 K-5.099 F80
N0680 G01 X38.100 Z-70.000
N0690 G00 X39.000
N0700 G00 X70.000 Z10.000
N0710 T0404 S700 M04
N0720 G00 Z-40.643
N0730 G01 X12.000 F80

N0740 G01 X12.000 Z-34.247 F80
N0750 G03 X20.984 Z-25.900 I10.000 K0.000 F80
N0760 G02 X38.100 Z-10.000 I-10.492 K15.900 F80
N0770 G01 X38.100 Z1.000
N0780 G00 X70.000 Z10.000
N0790 T0303
N0800 G00 Z-60.000
N0810 G00 X39.000
N0820 G86 X10.000 Z-70.000 D3=500 D4=5 D5=3000 F15
N0830 G00 X50.000 Z-60.000
N0840 M05
N0850 G04 D4=10
N0860 M20
N0870 G04 D4=10
N0880 M04
N0890 G01 X39.000 Z-70.000
N0900 G01 X21.000 Z-70.000
N0910 G86 X0.000 Z-73.000 F15 D3=500 D4=10 D5=3000
N0920 G00 X70.000
N0930 G00 Z10.000
N0940 M05 M09
N0950 M30

Línea	Descripción
0	Indicación de medidas en mm y mm/min, desactivación de desplazamientos 1, 2, 3, 4 y 5
10	Llamada de desplazamiento 1
20	Cambio a herramienta 2, encendido de husillo en sentido horario, selección de velocidad, conexión de refrigerante
30	Marcha rápida
40	Marcha rápida
50	Interpolación lineal, penetración de broca de centros
60	Interpolación lineal, extracción de herramienta
70	Marcha rápida, alejamiento de la herramienta
80	Marcha rápida
90	Paro de husillo
100	Tiempo de espera
110	Cambio a herramienta 8, conexión de husillo en sentido antihorario y ajuste de velocidad
120	Marcha rápida para acercamiento de herramienta
130	Interpolación lineal, para acercamiento
140	Interpolación lineal, penetración de herramienta de mandrilar (avance lento)
150	Interpolación lineal, extracción de la herramienta
160	Ciclo de cilindrado, maquinado interior de la copa
170	Interpolación lineal, posicionamiento
180	Ciclo de cilindrado, para aproximar el perfil interior
190	Interpolación lineal, para acercamiento
200	Interpolación lineal
210	Interpolación lineal, posicionamiento
220	Interpolación lineal, para acabado interior
230	Interpolación circular en sentido antihorario para acabado interior
240	Interpolación lineal
250	Interpolación lineal, extracción de herramienta
260	Marcha rápida, alejamiento de herramienta
270	Paro de husillo
280	Tiempo de espera
290	Pinola de contrapunto adelantada
300	Tiempo de espera
310	Cambio a herramienta 1, conexión de husillo en sentido antihorario, ajuste de velocidad de giro y conexión de refrigerante
320	Marcha rápida, para acercamiento
330	Marcha rápida, posicionamiento
340	Interpolación lineal, para limpieza del material
350	Marcha rápida, para retirar la herramienta
360	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
370	Cambio a herramienta 3 y ajuste de velocidad

Línea	Descripción
380	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
390	Ciclo de ranurado
400	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
410	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
420	Cambio a herramienta 1 y ajuste de velocidad
430	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
440	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
450	Ciclo de cilindrado
460	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
470	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
480	Cambio a herramienta 4
490	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
500	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
510	Ciclo de cilindrado
520	Marcha rápida, para posicionamiento de la herramienta
530	Marcha rápida, para posicionamiento de la herramienta
540	Ciclo de cilindrado
550	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
560	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
570	Cambio a herramienta 1
580	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
590	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
600	Interpolación lineal, para definir perfil
610	Interpolación lineal, para definir perfil
620	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
630	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
640	Interpolación lineal, para posicionamiento de la herramienta
650	Interpolación lineal, para acabado de superficie
660	Interpolación circular en sentido horario, para acabado
670	Interpolación circular en sentido antihorario, para acabado
680	Interpolación lineal, para acabado
690	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
700	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
710	Cambio a herramienta 4
720	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
730	Interpolación lineal, para posicionamiento
740	Interpolación lineal, para acabado
750	Interpolación circular en sentido antihorario, para acabado
760	Interpolación circular en sentido horario, para acabado

Línea	Descripción
770	Interpolación lineal, para acabado
780	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
790	Cambio herramienta 3
800	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
810	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta
820	Ciclo de ranurado
830	Marcha rápida, para posicionamiento de la herramienta
840	Paro de husillo
850	Tiempo de espera
860	Extracción del contrapunto
870	Tiempo de espera
880	Conexión del husillo en sentido antihorario
890	Interpolación lineal, para posicionamiento
900	Interpolación lineal, para posicionamiento
910	Ciclo de ranurado, para corte
920	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
930	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
940	Paro de husillo y desconexión de refrigerante
950	Fin de programa

Práctica No.2

Utilizar los conocimientos adquiridos para maquinar la pieza ilustrada en el plano No.42 (siguiente página), utilizando el torno de CNC EMCO TURN 120P.

Objetivo

El propósito de este ejercicio es que el alumno afirme su conocimiento acerca de la estructuración de programas así como el uso de los comandos y además permitirá visualizar la interacción de un torno y una fresa para manufacturar piezas mecánicas de mayor complejidad.

Herramientas a utilizar:

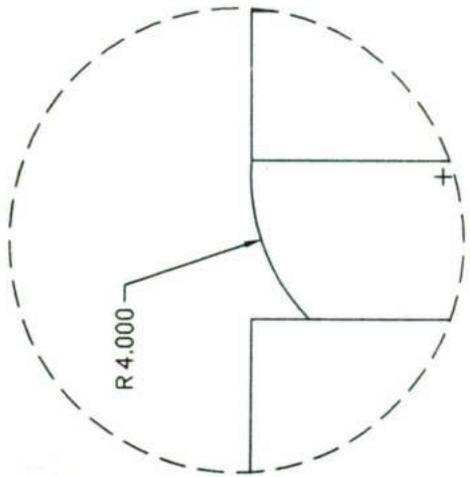
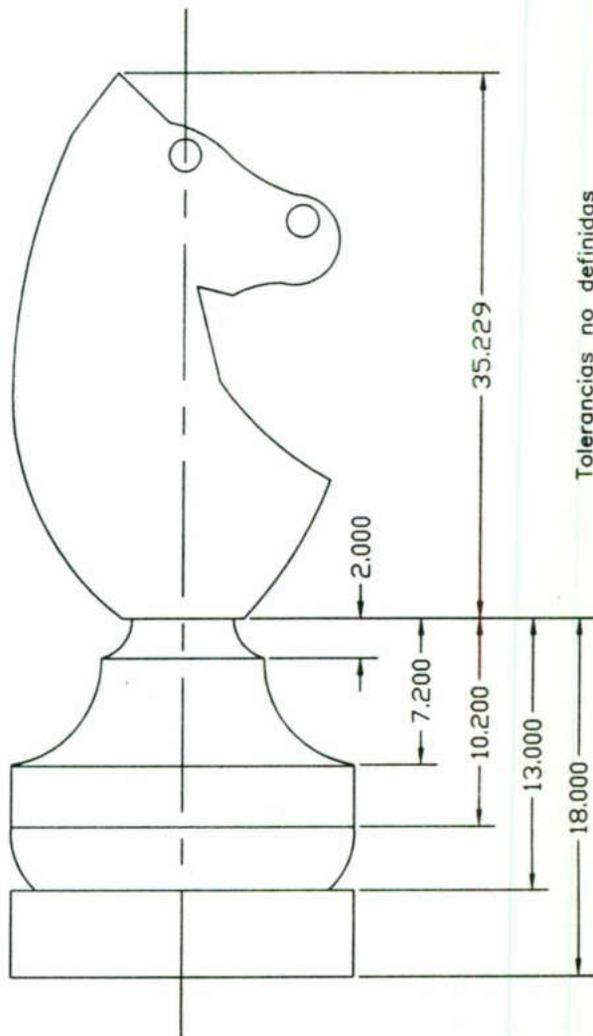
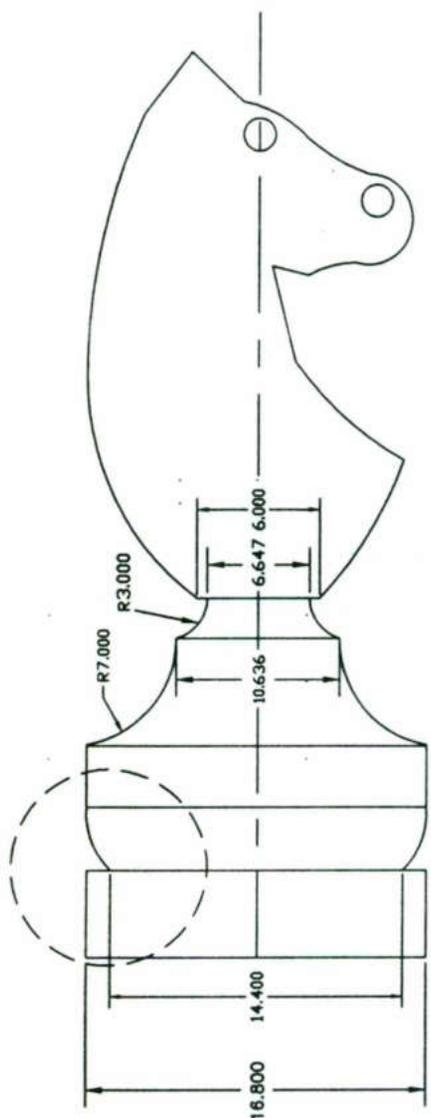
- a) Accesorios para torno
- b) Calibrador tipo Vernier
- c) Escuadra fija de 90°
- d) Rayador

Para el maquinado de la práctica son necesarias 3 herramientas de corte que en su momento tendrán el siguiente numero:

Herramienta No.1 (T0101).- Buril de acabado derecha

Herramienta No.2 (T0303).- Buril de trozar

Herramienta No.3 (T0505).- Buril neutro



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA AREA ELECTROMECANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO			
Nombre de dibujo: Base de caballo			
Dibujo: MMU	No. Plano: 42	Materia: Aluminio	Escala: S/E
Revisio: JPBR	Aprobo: M. en C. Aurelio Dominguez G.	Acotacion: mm	Fecha: 13/feb/99
Este dibujo debera estar aprobado antes de la fabricacion.			

Tolerancias no definidas
son ± 0.100

N0150 G00 X7.000 Z0.000
 N0160 G01 X5.000 F150
 N0170 G02 X8.000 Z-2.000 I2.930 K0.635 F60
 N0180 X16.800 Z-7.200 I6.867 K1.350 F60
 N0190 G01 Z-18.000
 N0200 G00 X70.000
 N0210 Z30.000
 N0220 T0101 F80
 N0230 G00 Z-7.000
 N0240 X16.800
 N0250 Z-10.200
 N0260 G03 X14.400 Z-13.380 I-3.987 K-0.310
 N0270 G01 X16.800
 N0280 Z-18.000
 N0290 G00 X 70.000 Z20.000
 N0300 T0303 S800 F20
 N0310 G00 Z-18.000
 N0320 X19.000
 N0330 G86 X0.000 Z-20.500 D3=1500 D4=5 D5=3000 F20
 N0340 G00 X70.000
 N0350 Z20.000
 N0360 M05 M09
 N0370 M30

Línea	Descripción
0	Indicación de medidas en mm y mm/min, desactivación de desplazamientos 1, 2, 3, 4 y 5
10	Llamada de desplazamiento 1
20	Cambio a herramienta 1, conexión de husillo en sentido horario, selección de velocidad, conexión de refrigerante
30	Marcha rápida, para acercamiento de la herramienta a la pieza de trabajo
40	Marcha rápida, para posicionamiento
50	Ciclo de cilindrado, para desbaste
60	Marcha rápida, para posicionamiento
70	Marcha rápida, para posicionamiento
80	Ciclo de cilindrado, para delinear
90	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
100	Marcha rápida, para alejamiento de la herramienta
110	Cambio a herramienta 5, conexión de husillo en sentido antihorario y ajuste de velocidad y avance
120	Marcha rápida, para acercamiento de herramienta
130	Marcha rápida, para posicionamiento de herramienta
140	Ciclo de cilindrado, para detallar perfil
150	Marcha rápida, para posicionamiento
160	Interpolación lineal

Línea	Descripción
170	Interpolación lineal en sentido horario, para acabado
180	Interpolación lineal en sentido horario, para acabado
190	Interpolación lineal, para alejamiento de l herramienta
200	Marcha rápida, para alejamiento
210	Marcha rápida, para alejamiento
220	Cambio a herramienta 1
230	Marcha rápida, para acercamiento
240	Marcha rápida, para acercamiento
250	Marcha rápida, para posicionamiento
260	Interpolación circular en sentido antihorario, para acabado
270	Interpolación lineal, para acabado
280	Interpolación lineal, para acabado
290	Marcha rápida, para alejamiento
300	Cambio a herramienta 3
310	Marcha rápida, para acercamiento
320	Marcha rápida, para acercamiento
330	Ciclo de ranurado, para corte
340	Marcha rápida, para alejamiento
350	Marcha rápida, para alejamiento
360	Paro de husillo y desconexión de refrigerante
370	Fin de programa

4.5 Prácticas propuesta de programación

Práctica No. 3

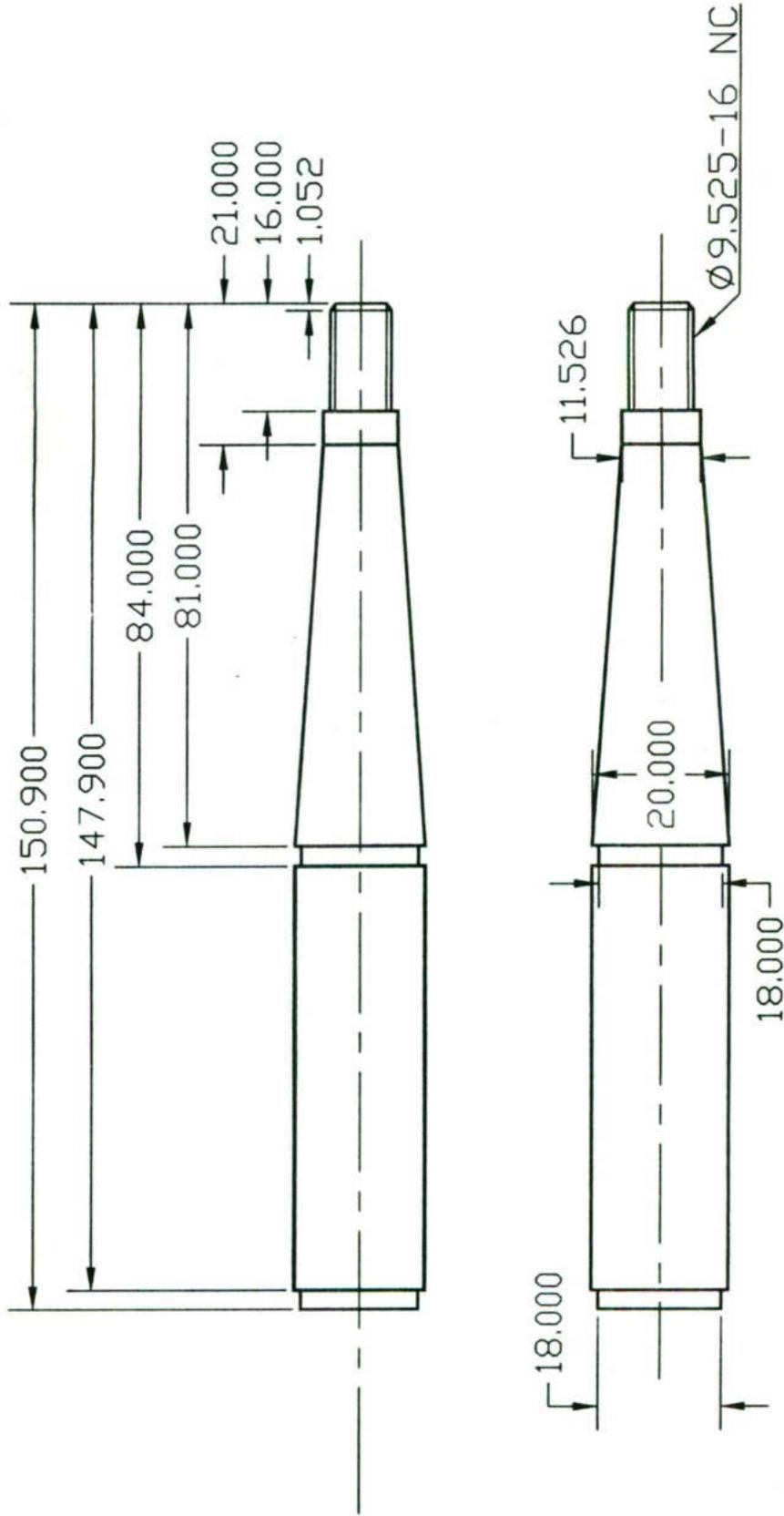
Utilizar los conocimientos adquiridos para maquinar la pieza que se ilustra en el plano No.43, utilizando el torno EMCO TURN 120P.

Objetivo

El propósito de este ejercicio es que el alumno reafirme sus conocimientos en la estructuración de programas, así como el uso de ciclos de maquinado propios del torno EMCO TURN 120P.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para torno
- b) Micrómetro o calibrador tipo Vernier
- c) Escuadra
- d) Rallador



Nota: -Matar fillos
 -Tolerancias no indicadas
 SON ± 0.100

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
 FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA
 CAMPUS SAN JUAN DEL RIO

Nombre de dibujo: Mango	
Dibujo: MHU	No. Plano: 43
Material: Aluminio	Escala: S/E
Revisor: JPB	Aprobado: C. Aurelio Dominguez G.
Este dibujo debiera ser aprobado antes de la 08/10/99	Fecha: 13/feb/99

Práctica No. 4

Utilizar los conocimientos adquiridos en clase para maquinar la pieza que se ilustra en el plano No. 44, empleando el torno EMCO TURN 120P.

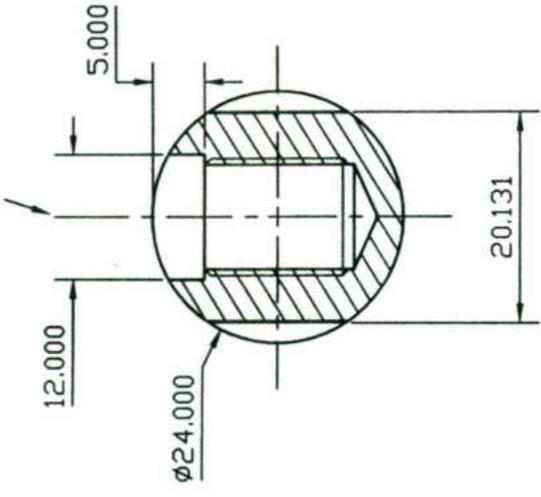
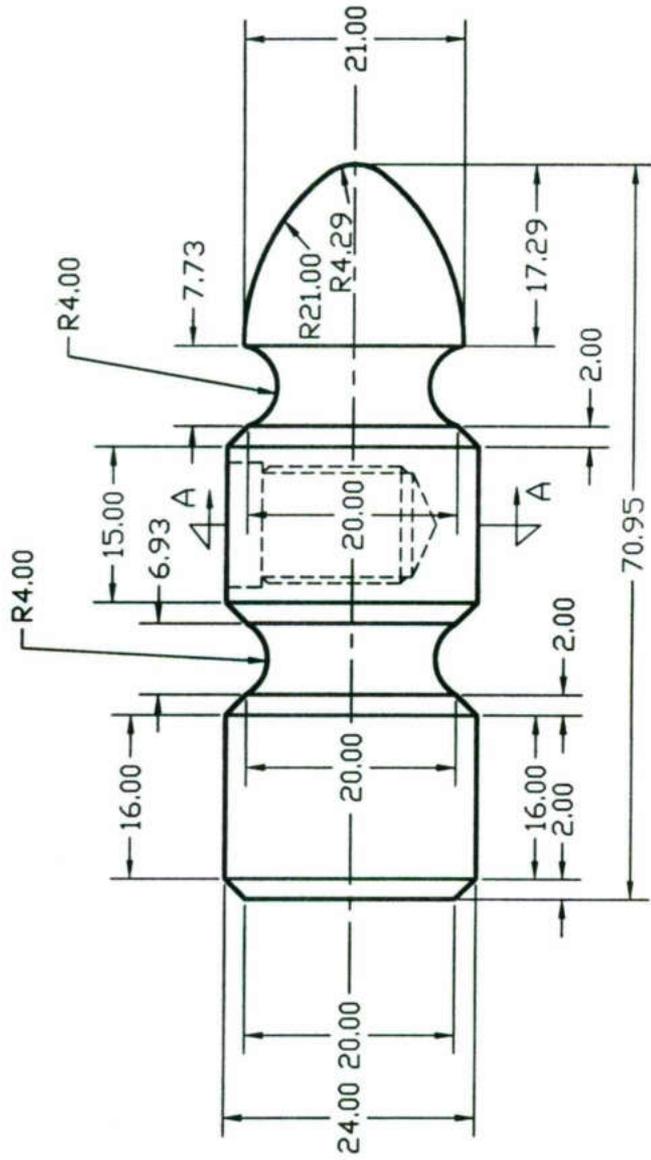
Objetivo

El alumno pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en el maquinado de ranuras, así como el machueado.

Herramientas a utilizar:

- a) Accesorios para torno
- b) Micrómetro o calibrador tipo Vernier
- c) Escuadra fija de 90°
- d) Rayador

AGUJERO BROCA 7.937 X 22.225
 9.525-16 NC X 19.050 PROF.



CORTE A-A

Tolerancias no indicadas
 SON ± 0.100

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO FACULTAD DE INGENIERIA, AREA ELECTROMECANICA CAMPUS SAN JUAN DEL RIO			
Nombre de dibujo:	Martillo		
Dibujo:	MHU	No. Plano:	4.4
Material:	Aluminio		
Revisor:	JPBR	Aprobado:	M. C. Aurelio Dominguez G.
Este dibujo deberá estar aprobado antes		Fecha:	13/Feb/99
SE. B. 100050501			

Conclusiones

A continuación se presenta una evaluación del trabajo desarrollado capítulo por capítulo.

En el primer capítulo se presentó una breve reseña del origen y evolución de las máquinas herramientas, posteriormente se describe a las máquinas herramientas convencionales en cuatro categorías donde se da a conocer sus partes, sus características, sus aplicaciones y sus datos técnicos, finalizando con una serie de prácticas propuestas enfocadas al uso de cada máquina con que cuenta el laboratorio de máquinas herramienta de la Facultad.

En el capítulo II se estudió el lenguaje de programación de una fresadora de control numérico, se estructura una serie de programas para que el alumno comprenda de una manera rápida la estructuración de programas de control numérico y posteriormente se proponen prácticas para que el alumno reafirme sus conocimientos.

En los capítulos III y IV se estudió un lenguaje de programación de control numérico computarizado de dos máquinas didácticas existentes en el laboratorio de control numérico de la facultad. Se trata de equipos que guardan gran similitud con las máquinas empleadas en la industria para procesos de producción en serie. De igual forma que en los capítulos anteriores se describen programas paso a paso para facilitar un rápido aprendizaje y posteriormente se propuso prácticas para afirmar los conocimientos del alumno.

Apéndice 1

Valores de corte para el Torno EMCOTURN 120P

Determinación de la velocidad de corte

Se conoce:

- Diámetro de la pieza a trabajar (mm)
- Número de revoluciones (rpm)

Se calcula:

- Velocidad de corte (mm/min)

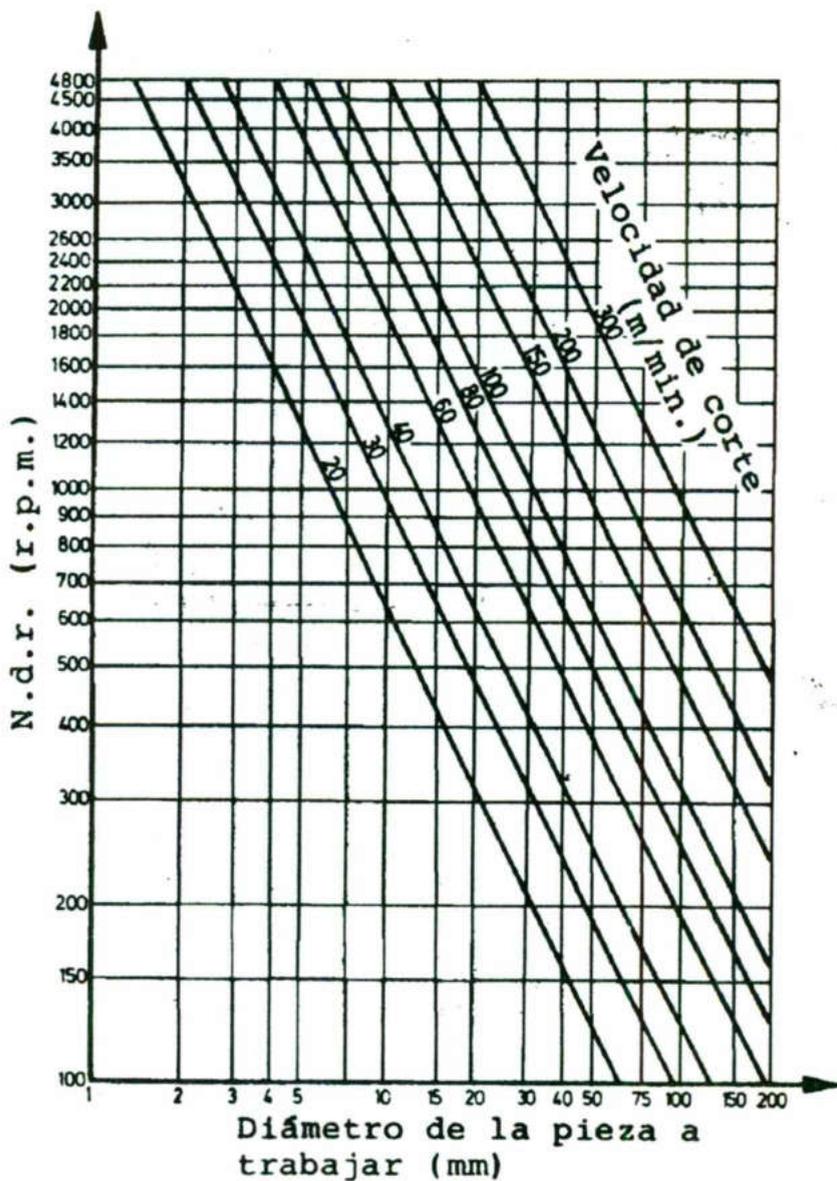


Tabla 1.- Velocidad de corte.

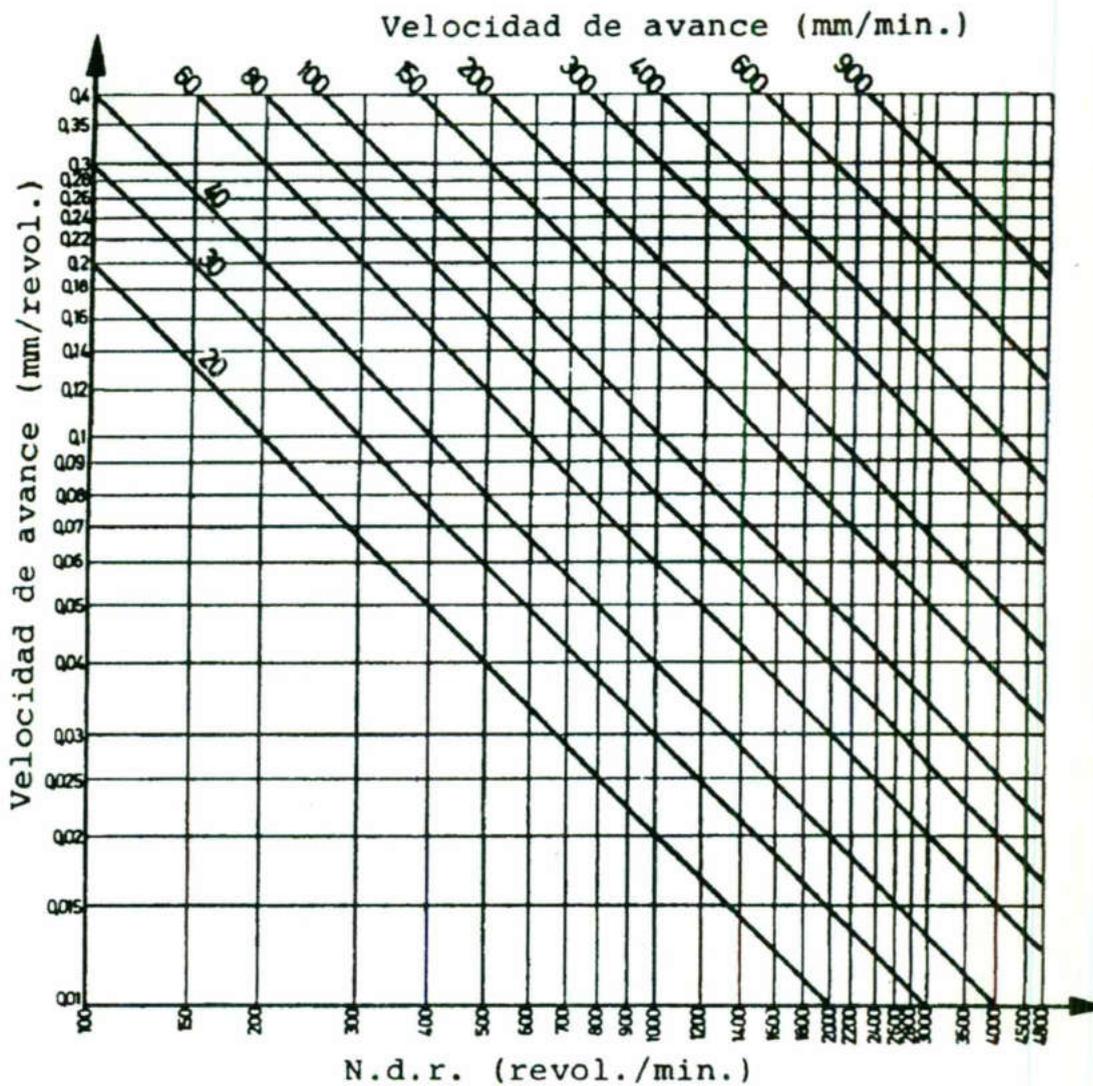
Determinación de avance

Se conocen:

- Número de revoluciones (rev/min)
- Velocidad de avance (mm/min)

Se determina:

- Velocidad de avance (mm/rev)



N.d.r. (revol./min.)

Tabla 2.- Velocidad de avance

Determinación de la profundidad de corte

Se conoce:

- Diámetro de la pieza a trabajar (mm)
- Avance (mm/rev)

Se encuentra:

- Profundidad de corte (mm)

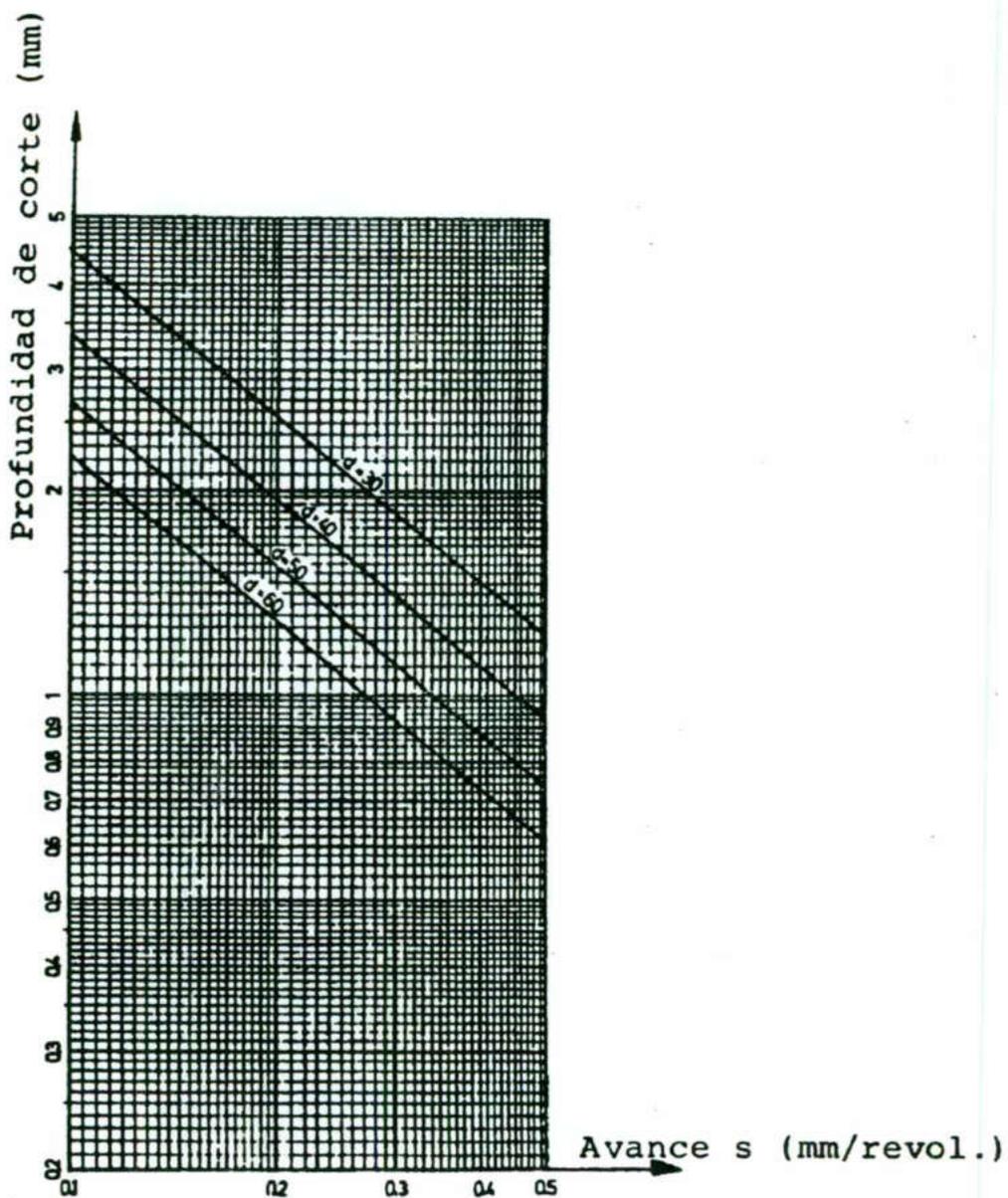


Tabla 3.- Profundidad de corte.

Determinación de el tramo de entrada y salida (A) necesario para roscar

Nota:

- La entrada y salida de la rosca tienen que ser del mismo tamaño.

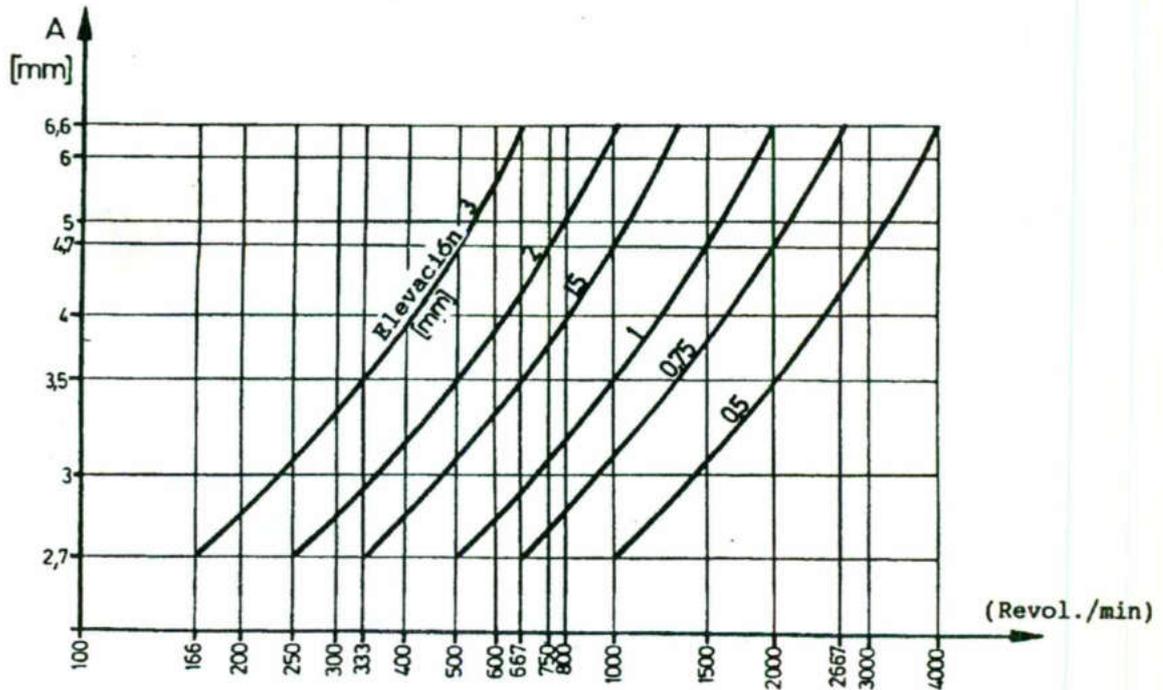


Tabla 4.- Determinación de A.

Apéndice 2

Valores de corte para la Fresadora EMCO VCM-100

Determinación de la velocidad de avance y profundidad de corte

(Fresado frontal en aluminio Torratur B con $v=44\text{m/min}$)

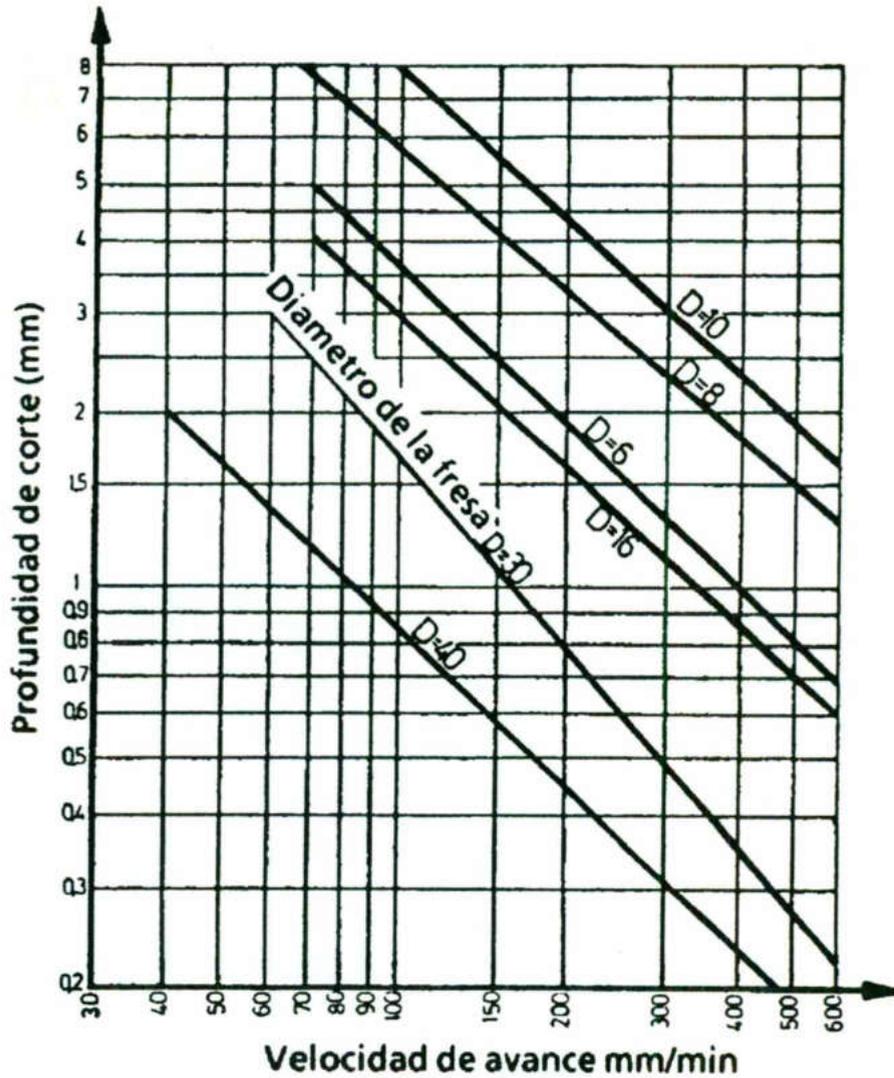


Tabla 1.- Velocidad de avance y profundidad de corte.

Determinación de la velocidad de avance y profundidad de corte

(Fresado frontal en acero 9S29 con $v=35\text{m/min}$)

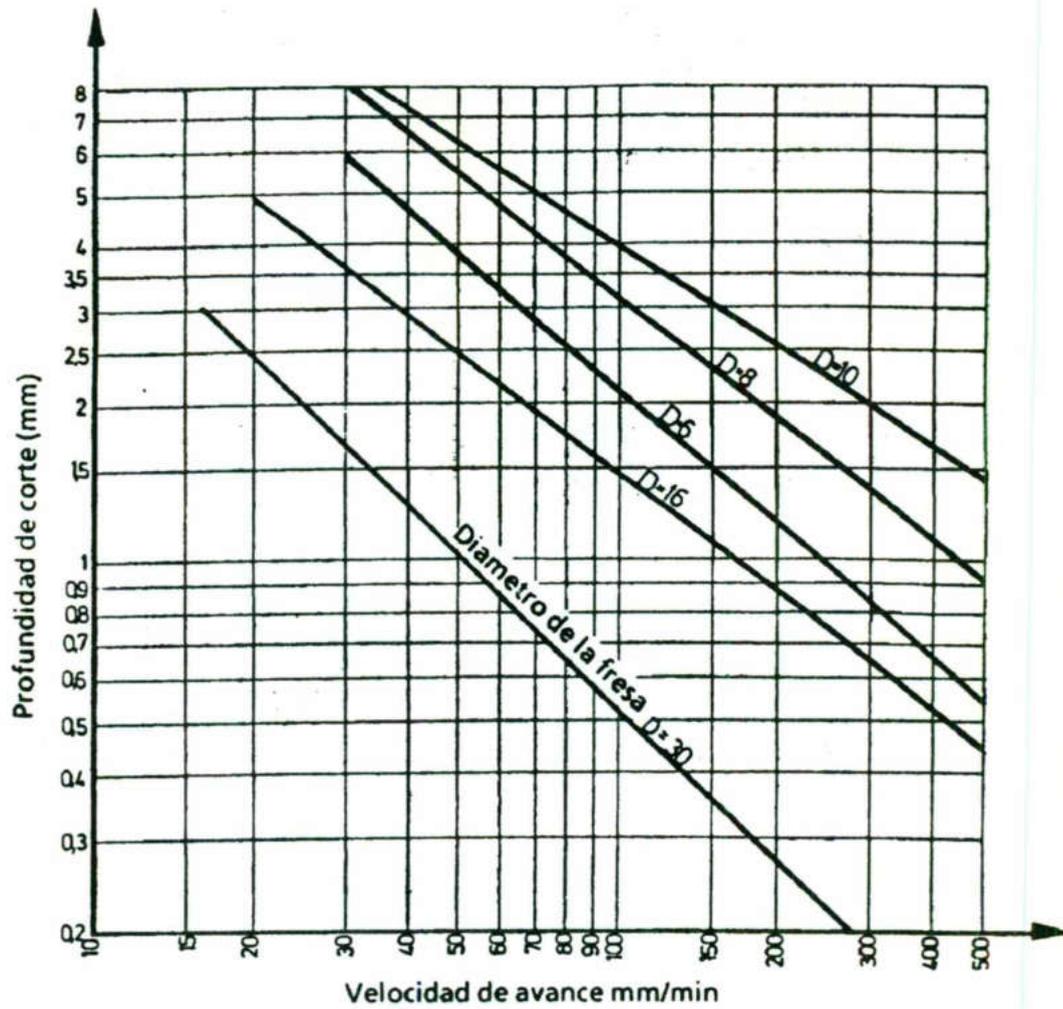


Tabla 2.- Profundidad de corte y velocidad de avance.

Determinación de la velocidad de corte

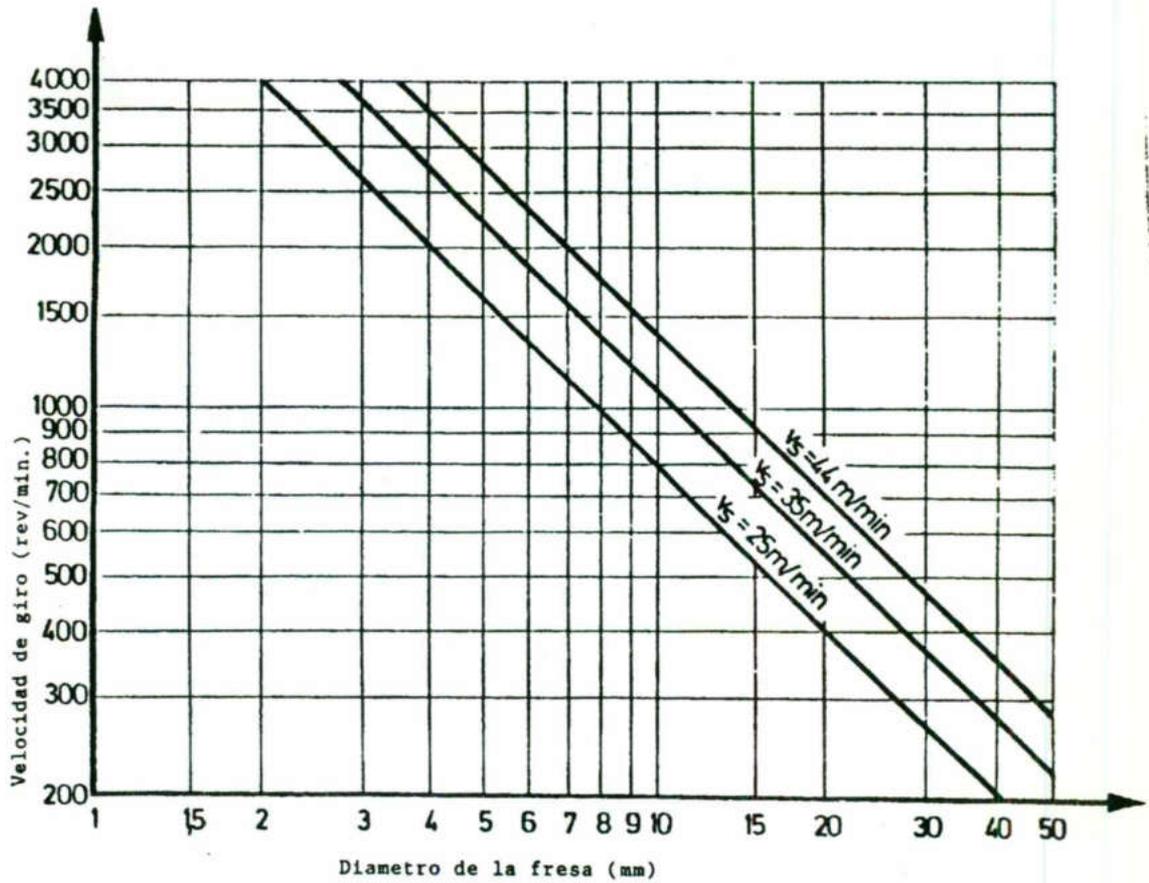


Tabla 3.- Velocidad de corte.

Apéndice 3

Tabla de velocidades de corte para brocas de acero
alta velocidad

Material	Vel. de corte (pies/min.)	Vel de corte (m/min.)	Avances por revolución
Acero para maquinaria (cold-rolled)	80	24.3	0.0015" (0.04mm) para brocas de 1/16" a 1/4"
Hierro fundido suave	70	21.3	0.003" (0.008mm) para brocas de 9/32" a 1/2"
Acero templado para herramientas	50	15.2	0.007" (0.18mm) para brocas de 17/32" a 1"
Bronce	100	61	0.015" (0.38mm) para brocas mayores de 1"
Aluminio	300	91.5	

Apéndice 4

Tabla de velocidades de corte para diferentes materiales
(sistema métrico y sistema inglés)

Material	m/min para desbaste	m/min para acabado	pies/min para desbaste	pies/min para acabado
Hierro fundido	18.3	24.4	60	80
Acero para maquinaria (cold-rolled)	27.4	30.5	90	100
Acero para herramientas	15.2	23	50	75
Latón	45.7	61	150	200
Aluminio	61	91.5	200	300
Bronce	27.4	30.5	90	100

Apéndice 5

Tabla de velocidades de corte para fresado
(Para usarse con herramientas de acero rápido, alta velocidad)

MATERIAL	PIES POR MINUTO	METROS POR MINUTO
Acero para herramientas	70	21
Acero para máquinas (1020 cold rolled)	90	27
Hierro fundido	90	27
Hierro fundido duro	50	15
Latón	175	53
Bronce blando	127	39
Bronce duro	65	20

Apéndice 6

Guía para el afilado de herramientas de corte de acero alta velocidad

Las características principales de una herramienta de corte son:

- A) Ángulo de incidencia
- B) Ángulo de corte
- C) Ángulo de desprendimiento
- D) Filo de corte
- E) Ángulo frontal

Para cada tipo de herramienta los ángulos A, B, C y E, se eligen según la dureza y calidad del material a trabajar.

En la tabla se indica el valor medio aproximado de los ángulos para diversos materiales.

El ángulo E se afilará dependiendo del grado de dificultad del trabajo a efectuar.

La altura de estas herramientas de corte con respecto al centro del torno deberá ser de 3 grados aproximadamente arriba.

Material	A (grados)	B (grados)	C (grados)
Fundición durísima de latones y bronce duros	6	84	0
Acero extraduro, fundición dura, bronce y latón	6	76	8
Acero duro, fundición dulce y latón dulce	8	68	14
Acero dulce	8	62	20
Acero muy dulce y bronce blando	8	54	28
Aleaciones ligeras y materias plásticas	10	40	40

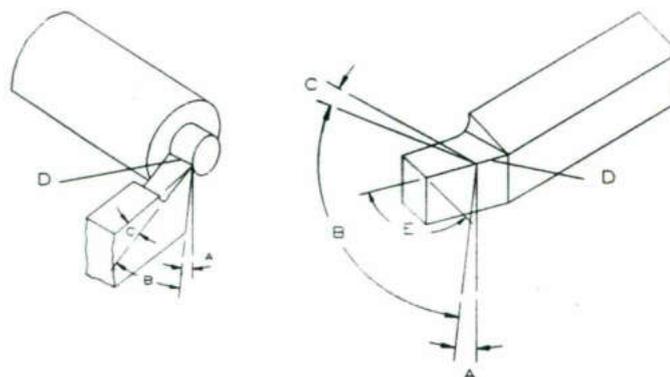


Figura 1.- Afilado de buriles.

Apéndice 7

Medidas de brocas para machuelos
basado en el 75% de cuerda completa

Machuelos	Brocas
3/8-16	5/16
3/8-24	Q
7/16-14	U
7/16-20	25/64
1/2-12	27/64
1/2-13	27/64
1/2-20	29/64
9/16-12	31/64
9/16-18	33/64
5/8-11	17/32
5/8-18	37/64
3/4-10	21/32
3/4-16	11/16
7/8-9	49/64
7/8-14	13/16
1-8	7/8
1-12	59/64
1-14	15/16
1 1/8-12	1 3/64
1 1/4-7	1 7/64
1 1/4-12	1 11/64
1 1/2-6	1 11/32
1 1/2-12	1 27/64

Bibliografía

- T. BAAUMEISTER, E. AVALLONE, T. BAUMETTER III; Manual del Ingeniero Mecánico, Tomo III, Mc Graw Hill, 1989.
- Machinery's Handbook; Industrial Press.
- B. H. AMSTEAD, PH. F. OSWALD, M. L. BEGEMAN; Procesos de Manufactura Versión SI; CECOSA, 1981.
- EZ-TRAK SX Programing and Operations Manual, Bridgeport, 1993.
- Prácticas de Taller Mecánico, CEAC, Barcelona, 1972.
- Manual de Programación, para Torno EMCOTURN 120P, EMCO, Austria.
- Manual de Programación, para Fresa VMC-100 EMCO, EMCO, Austria.
- KIBBE, RICHARD R. Máquinas Herramienta, Ciencia y Técnica, México, 1993.
- R. FERRE, Como programar un Control Numérico, Barcelona Macombo, 1988.
- A. CHEVALIER, Dibujo Industrial, NORIEGA UTEHA , 1992.
- C. ALMONTE y M. GONZÁLEZ, Tecnología Aplicada en la Capacitación de las Máquinas Herramienta, HP EDITOR, 1986.