



T  
621.80285  
M287



# **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Mecánica**

**MANUAL INSTRUCTIVO PARA LA UTILIZACION DE  
SOFTWARE DENFORD PARA SIMULACION Y  
CONTROL DE FRESADORA CNC**

### **PROYECTO DE GRADO**

**Previo a la obtención del Título de:**

### **INGENIERO MECANICO**

**Presentada por:**

**Diego Remigio Mora Zambrano**

**Guayaquil - Ecuador**

**1993**



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica

MANUAL INSTRUCTIVO PARA LA UTILIZACIÓN DE  
SOFTWARE DENFORD PARA SIMULACION Y  
CONTROL DE FREZADORA CNC

PROYECTO DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Diego Remigio Mora Zambrano

Guayaquil - Ecuador

1993

AGRADECIMIENTO



AL DR. MARTIN EASON, POR SU GRAN  
COLABORACIÓN EN LA CONSECUCIÓN DE  
MI TESIS DE GRADO

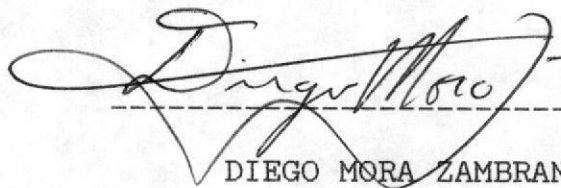
DEDICATORIA

A MIS PADRES POR SU CONFIANZA Y  
AYUDA EN TODAS LAS ETAPAS DE MI  
VIDA.

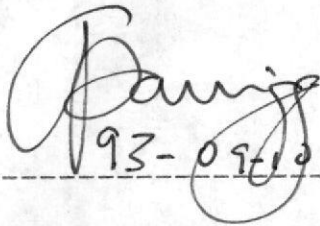
## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis de grado, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL"

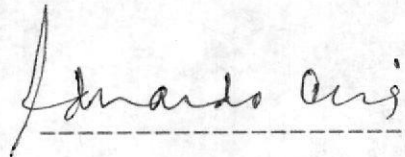


DIEGO MORA ZAMBRANO

  
93-09610

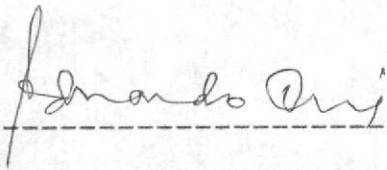
DR. ALFREDO BARRIGA

DECANO DE LA FACULTAD  
INGENIERÍA MECÁNICA



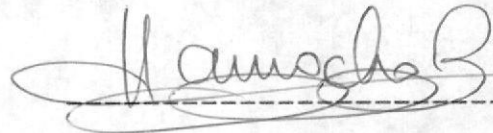
ING EDUARDO ORCES

DIRECTOR DE TESIS DE  
DE GRADO



P. DR. MARTIN EASON

MIEMBRO PRINCIPAL  
DEL TRIBUNAL



ING FEDERICO CAMACHO

MIEMBRO PRINCIPAL  
DEL TRIBUNAL

## RESUMEN

La Facultad de ingeniería Mecánica de la ESPOL ha venido desarrollando en los últimos años, el área de ingeniería ayudada por computadora.

Dentro de este esquema me ha tocado investigar el área de producción ayudada por computador, CNC (control numérico por computadora).

El presente trabajo tiene como objetivo presentar un manual instructivo de la operación el programa "DENFORD". Siendo el "DENFORD" el programa que controla las máquinas CNC de la F.I.M.. Esta orientado hacia el uso de la fresadora CNC, y ha sido redactado para personas que no tienen conocimiento en el uso de máquinas de control numérico y desean incursionar en la producción con ellas.

El manual se puede dividir en tres partes: la primera es la ubicación del aprendiz en el programa Denford, que incluyen los capítulos I,II,III; que abarca en el capítulo I la introducción al CNC; en el capítulo II la forma de operar los módulos del denford, su instalación, así como la descripción de los equipos que involucran el uso del control numérico, y en el capítulo III, se ha indicado la forma en que se debe operar el Denford, haciendo una

descripción detallada de todas las funciones que tiene el programa.

La segunda parte se dirige hacia la programación en CNC, que son los capítulos IV, V, en el capítulo IV se han indicado los comandos de programación en CNC, haciendo referencia a los que comandos que tiene el módulo de control de la fresadora (Fanucmd) y se puede ser utilizar para cualquier otro módulo con una ligera adaptación; en el capítulo V se indica la forma en deben estar estructurados los programas, dándose el procedimiento lógico que se debe seguir, así como la forma en que debe ser descrito el programa.

La tercera parte trata sobre producción con máquinas CNC y consta de dos capítulos VI, y VII; en el capítulo VI que es una introducción a la producción con fresadoras y que incluye: una explicación de como se debe usar el "modo pantalla de control" que es el modo en el que se ejecuta cualquier operación en las máquinas CNC de la ESPOL, se da una ligera introducción a la producción usando fresadoras en general y se trata de: los procesos de corte con fresadora, las herramientas que se usan en la fresa y una introducción en el arte de los utillajes en la producción con fresadora, además se indica los posibles inconveniente que se le pueden presentar en el uso de la fresadora, junto con unas recomendaciones para facilitar el uso del equipo.

En el capítulo VII se dan ejemplos de producción de piezas con la fresadora CNC, que pueden ser usados por los estudiantes como ejemplos para entrenarse en programación manual, en especial los 7 primeros que son relativamente fáciles, y han sido hechos con esta intención; mientras los 4 últimos pertenecen a un solo trabajo que tiene como objetivo mostrar las capacidades de las técnicas de "CAD/CAM" que incluye no solo el control numérico por computadora sino el uso de programas de CAD y CAM para lograr resultados realmente interesantes. Los ejemplos que se presentan están en la posibilidad de ser llevados a cabo en piezas demostrativas en el momento que se desee y se han logrado con el interfase de los programas de: diseño asistido por computador, CAD, "autocad"; Manufactura asistida por computador, CAM, "Mastercam"; Control numérico por computadora, CNC, "Denford".

Después de la lectura de este manual considero que cualquier principiante puede iniciarse muy fácilmente en el uso de máquinas a control numérico parecidas a las que tiene la ESPOL.

El objetivo de la tesis de enseñar al lector el uso de del programa Denford para controlar máquinas CNC, creo que se ha cubierto y mas bien se pretende dar una idea de las ventajas que da el uso de la computadora en la producción y mas específicamente en las áreas de CAD/CAM.

## INDICE GENERAL

	PAG
RESUMEN .....	V
INDICE GENERAL .....	IX
INTRODUCCION .....	XIII
I. INTRODUCCION AL CONTROL NUMERICO POR COMPUTADORA	
1.1. INTRODUCCION .....	16
1.2. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL NUMERICO .....	19
1.3. EL CONTROL NUMERICO PARA MAQUINAS HERRAMIENTAS .	26
1.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS MAQUINAS CNC .....	28
II. PROGRAMA DENFORD	
2.1. INTRODUCCION .....	30
2.2. HARDWARE .....	31
2.2.1. COMPUTADORA .....	32
2.2.2. PERIFERICOS DE ENTRADA .....	33
2.3. MODULOS DEL DENFORD .....	44
2.3.1. INTRODUCCION .....	44
2.3.2. MODULOS O PAQUETES DE ARCHIVOS .....	44
2.3.3. MODULOS DE INSTALADORES (DRIVERS) .....	48
2.3.4. MODULOS DE ENTRENADORES .....	52
2.3.5. MODULOS DE CONTROL .....	53
III. OPERACION DEL DENFORD	
3.1. MENU PRINCIPAL (F10) .....	56
3.2. MODO SIMULACION (F9) .....	81



3.3. OTRAS FUNCIONES DEL DENFORD .....	86
3.3.1. TECLAS DE ACCESO RAPIDO .....	86
3.3.2. TECLAS MAS USADAS EN LA OPERACION DEL DENFORD .....	92
3.3.3. PANTALLA DEL DENFORD .....	96
IV PROGRAMACION DE LAS MAQUINAS CNC	
4.1. INTRODUCCION .....	99
4.2. COMANDOS DE PROGRAMACION .....	100
4.3. INSTRUCCIONES DE PROGRAMACION SOLO PARA SIMULACION .....	139
V ESTRUCTURA DE LA PROGRAMACION	
5.1. INTRODUCCION .....	144
5.2. PLANEACION .....	145
5.3. PROGRAMACION .....	149
5.4. EJECUCION DE LOS PROGRAMAS .....	152
VI PRODUCCION CON MAQUINAS CNC	
6.1. INTRODUCCION .....	157
6.2. PANTALLA DE CONTROL .....	157
6.3. MAQUINAS HERRAMIENTAS CNC DE LA F.I.M. ....	163
6.3.1. CARACTERISTICAS DEL TORNO .....	164
6.3.2. CARACTERISTICAS DE LA FRESADORA .....	166
6.4. LA FRESADORA COMO MAQUINA HERRAMIENTA .....	168
6.4.1. PROCESOS COMUNES DE MAQUINADO EN LA FRESADORA .....	168
6.4.2. HERRAMIENTAS .....	174
6.4.3. UTILLAJES .....	177
6.4.4. PARAMETROS DE CORTE .....	182

6.5. PROBLEMAS EN EL USO DE LA FRESADORA CNC ..... 185

VII EJEMPLOS

7.1. INTRODUCCION ..... 190

7.2. DESCRIPCION DE LOS EJEMPLOS ..... 194

BIBLIOGRAFIA

## INDICE DE FIGURAS

	PAG
1. EJEMPLO DE POSICIONAMIENTO .....	20
2. SISTEMA PUNTO PARAXIAL .....	23
3. AMBITO DE APLICACION DEL CONTROL NUMERICO EN MAQUINAS HERRAMIENTAS .....	28
4. TABLERO DE CONTROL DENFORD .....	41
5. TABLERO HEIDEN .....	43
6. MENU PRINCIPAL .....	57
7. MODO EDICION .....	58
8. MODO EDICION Y SIMULACION .....	59
9. MODO SIMULACION .....	60
10. TRANSMISION HACIA LA MAQUINA .....	61
11. MENU DE ARCHIVOS .....	62
12. OPCIONES DE IMPRESION .....	67
13. MENU DE CONFIGURACION .....	68
14. CONFIGURACION Y SIMULACION .....	71
15. SIMULACION EN DOS DIMENSIONES .....	72
16. SIMULACION EN TRES DIMENSIONES .....	72
17. CONFIGURACION DE LA CONECCION PARA LA IMPRESORA ..	74
18. CONFIGURACION DEL FORMATO DE IMPRESION .....	75
19. CONFIGURACION DE LA COMUNICACION COMPUTADORA-MAQUINA .....	76
20. COMUNICACION ENTRE LA COMPUTADORA Y OTRAS COMPUTADORAS O PERIFERICOS .....	77

21. MICELANEOS .....	78
22. REVISION DE SINTAXIS .....	83
23. 3 DIMENSIONES (PIEZAS TOTAL) .....	85
24. CAMBIO DE LA VISTA FRONTAL .....	86
25. MENU GENERAL DE AYUDAS .....	87
26. AYUDAS-LISTADO DE COMANDOS "G" .....	88
27. AYUDAS-EXPLICACION DE UN COMANDO .....	89
28. PANTALLA DE INFORMACION .....	91
29. INFORMACION DE PANTALLA .....	97
30. DIRECCIONES EN QUE SE PUEDE DESPLAZAR LA HERRAMIENTA EN LA FRESADORA .....	103
31. PLANO DE LA PIEZA A PRODUCIR .....	154
32. PLANO DE LA HERRAMIENTA .....	155
33. PANTALLA DE CONTROL DE LA FRESADORA .....	158
34. EDIT OFFSET .....	159
35. VENTANA SUPERIOR (MUESTRA LOS PROGRAMAS EN EJECUCION) .....	161
36. VENTANA SUPERIOR CON MENSAJE (FUNCION JOG) .....	161
37. PLANEADO, FRESADO PERIFERICO, TALADRADO, MANDRINADO .....	170
38. TIPOS DE TALADRADO, MANDRINADO, Y FRESADO .....	171
39. PROCESO DE FRESADO COMBINADOS .....	172
40. PROCESOS DE MAQUINADO USANDO CAMBIOS DE PLANO EN LA MESA DE TRABAJO .....	173
41. DESPIECE DE ACOPLER DE LAS HERRAMIENTAS EN LOS CONOS DE MONTAJES A COLOCARSE EN LA FRESADORA .....	175
42. ALGUNAS HERRAMIENTAS USADAS EN LA FRESADORA .....	176

43. TABLA GENERAL DE LOS PARAMETROS DE CORTE PARA

HERRAMIENTAS ..... 184

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo ha sido realizado con la intención de permitir el aprendizaje mas simple de la programación y manejo de máquinas de control numérico, y esta especialmente dirigido a la programación de la fresadora CNC de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOL.

Las causas que originaron este tema de investigación radican en la falta de material pedagógico para el aprendizaje de la programación y uso de la fresadora de la F.I.M., y ha sido dirigido a los todos los interesados en aprender el uso de maquinas CNC, como una introducción.

Dentro del material presentado, se incluyen tópicos diversos que deberán necesariamente ser consultados por cualquier aprendiz en el uso de la fresadora CNC de la ESPOL, la intención de este trabajo es de ser una guía para que los estudiantes logren un rápido aprendizaje.

El método que se ha seguido para lograr este trabajo ha sido la consulta bibliográfica, así como la práctica constante en el uso de estas máquinas, de donde se ha extractado lo más importante para presentar al lector un libro de consulta.

## CAPÍTULO I

### EL CONTROL NUMÉRICO

#### 1.1. INTRODUCCIÓN

Se han dado numerosas definiciones de lo que es un control numérico; como definición más simple podemos decir que "es cualquier dispositivo para controlar una máquina o un proceso mediante números ". Nosotros vamos a definir el control numérico como "todo dispositivo, normalmente electrónico, capaz de dirigir posicionamientos de uno o varios órganos mecánicos móviles, de forma que las órdenes relativas a sus desplazamientos son elaboradas, en forma totalmente automática, a partir de informaciones numéricas y simbólicas definidas por intermedio de un programa".

La aplicación más universalmente conocida del control numérico es como ayuda en la manufactura. Posteriormente sus técnicas se han aplicado a otras áreas que van desde la automatización total del proceso de fabricación (máquina-herramienta, robótica, etc) al gobierno de mecanismos de cualquier tipo, como podría ser una dirección digital de tiro.

El primer intento para dotar a un mecanismo de algún tipo de control fue realizado por Jacquard Loom que, en 1801, ideó una máquina textil que realizaba diferentes tipos de tejidos sin más que modificar un programa introducido en la máquina a través de tarjetas perforadas. Posteriormente vinieron otros intentos, como el del piano automático, que usaba un rollo de cinta perforada como medio de introducción del programa musical.

Aunque estos dispositivos eran en realidad controles automáticos, no pueden ser considerados como controles numéricos. La gran evolución del control numérico ha venido como consecuencia de su aplicación más conocida, es decir, en la mecanización de piezas. La introducción de la automática en general y del control numérico en particular ha venido impuesta por diversas razones:

- 1.- Necesidad de fabricar productos que no se podían conseguir en cantidad y con calidad suficiente, sin recurrir a la automatización del proceso.

- 2.- Necesidad de obtener productos hasta entonces de muy difícil fabricación o incluso imposibles, por requerir procesos excesivamente complejos para ser controlados por un operador humano.

3.- Necesidad de fabricar productos a precios suficientemente bajos.

Para solucionar todos estos problemas el hombre ha ideado numerosos dispositivos automáticos de tipo mecánico, electromecánico, neumático, hidráulico, electrónico, etc. Inicialmente, el factor predominante que condicionó todo automatismo fue el incremento de la productividad. Posteriormente debido sobre todo a las nuevas necesidades de la industria, han hecho su aparición otros factores, que tomados individualmente o en conjunto, han llegado a tener enorme importancia. Entre estos factores merecen citarse por su interés la precisión, la rapidez y la flexibilidad.

A partir de entonces, todos los dispositivos ideados por el hombre tienden a optimizar una función, diferente según los casos, de la productividad, precisión, rapidez y flexibilidad. No citamos la viabilidad, dada su pequeña trascendencia desde el punto de vista cuantitativo, pero gracias a estos dispositivos se han podido fabricar piezas con perfiles complejos que, de otra forma, nunca podrían haber sido mecanizados. El primer intento de aplicar las técnicas de control numérico como ayuda a la mecanización de piezas tuvo lugar en 1942, por una imposición de la

industria aeronáutica militar. La viabilidad fue el factor que, inicialmente, condicionó la aplicación de las técnicas del control numérico en la mecanización de piezas.

## 1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL NUMÉRICO

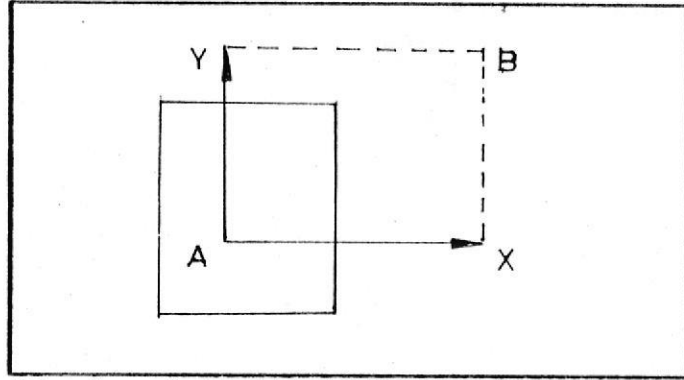
Independientemente del uso a que se destine, se puede realizar una clasificación de acuerdo con sus posibilidades para gobernar posicionamientos. Podemos distinguir tres tipos básicos de sistemas de posicionamiento llamados:

- Sistema punto a punto
- Sistemas punto a punto y paraxial
- Sistemas de contorno.

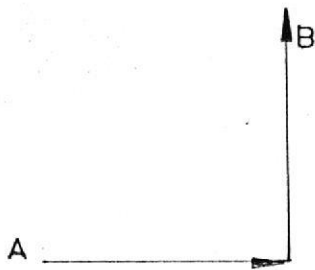
### SISTEMA PUNTO A PUNTO

Supongamos una pieza colocada sobre la mesa de una máquina-herramienta (ver figura), y que en punto A se quiere realizar una perforación. Sea el eje X el eje longitudinal de la mesa y el eje Y el eje transversal. En la figura, B representa la proyección del eje de la broca sobre la mesa.

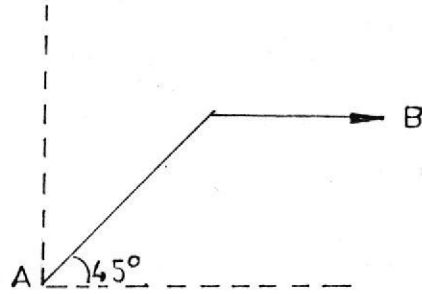
El problema de llevar el punto A al punto B se puede resolver las siguientes formas:



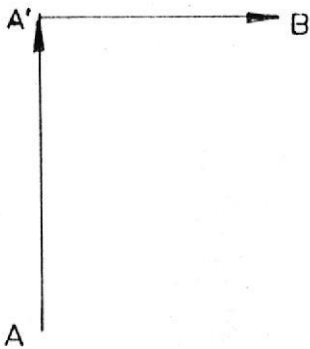
Ilustr. 1 EJEMPLO DE POSICIONAMIENTO



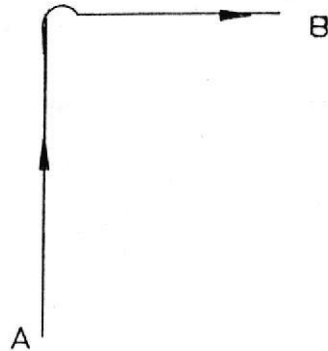
(A)



(C)



(B)



(D)



1.- Accionar el motor del eje Y hasta alcanzar el punto A` y a continuación el motor del eje X hasta alcanzar el punto B (a).

2.- Análogo al anterior pero accionando primero el motor del eje longitudinal. Estos dos modos de posicionamiento reciben el nombre de posicionamiento secuencial y se realiza, normalmente, a la máxima velocidad que soporta la máquina.

3.- Accionar ambos motores a la vez a la misma velocidad. En este caso, la trayectoria seguida será una recta de 45°. Una vez llegado a la altura del punto B, el motor del eje Y será parado para continuar exclusivamente el motor del eje X hasta llegar al punto B (c).

Este tipo de posicionamiento recibe el nombre de posicionamiento simultáneo (punto a punto).

4.- Accionamiento secuencial de los motores, pero realizando la aproximación a un punto siempre en el mismo sentido (d). Este tipo de aproximación recibe el nombre de aproximación unidireccional y es utilizada exclusivamente en los posicionamientos punto a punto.

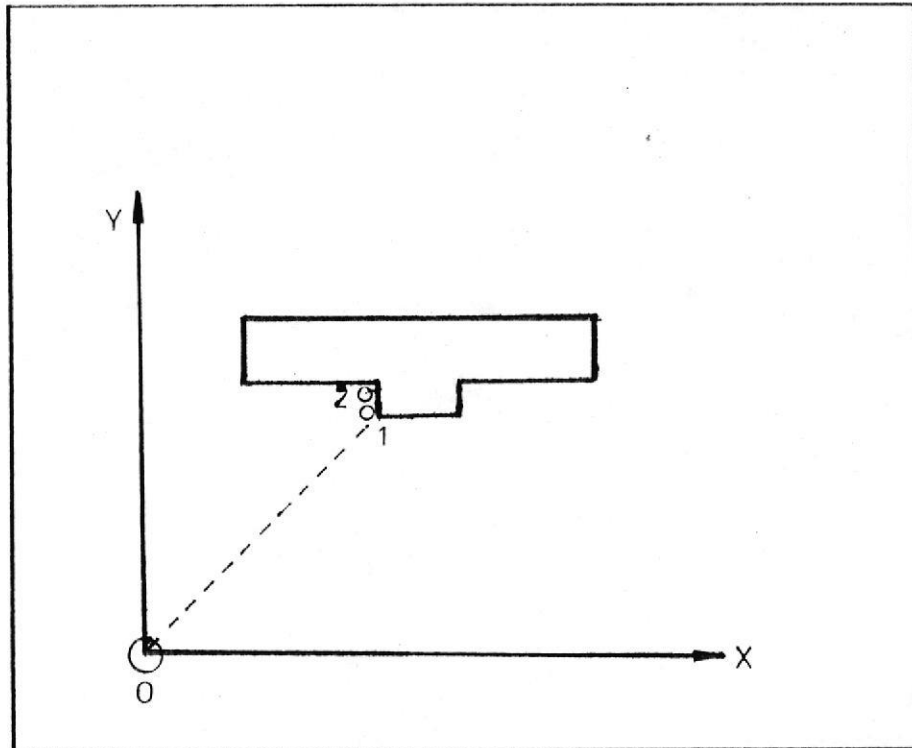
Estos diversos tipos de posicionamiento son los que realizan los sistemas punto a punto.

En un sistema punto a punto, el control determina, a partir de la información suministrada por el programa y antes de iniciarse el movimiento, el camino total a recorrer. Posteriormente se realiza dicho posicionamiento, sin importar en absoluto la trayectoria recorrida, puesto que lo único que interesa es alcanzar con precisión y rapidez el punto requerido (punto B). Como ya hemos dicho, este posicionamiento puede ser secuencial o simultáneo y se realiza, normalmente, a la velocidad máxima que soporta la máquina. Esta es la razón de que en muchos sistemas punto a punto no se controla ni programa la velocidad de avance.

#### **SISTEMA PUNTO A PUNTO Y PARAXIAL**

Supongamos ahora que queremos realizar el fresado de la figura de abajo. la primera operación será pasar el punto 0 al punto 1 y se realiza de alguna de las formas antes mencionadas (posicionamiento punto a punto).





Ilustr. 2 SISTEMA PUNTO A PUNTO Y PARAXIAL

La segunda operación será desplazar la fresa del punto 1 al punto 2. La trayectoria ahora no podrá ser cualquiera, sino que deberá ser una recta perfecta a lo largo del eje Y sin poder rebasar, en ningún caso, el punto 2 que de otra forma la pieza sería destruida. Este desplazamiento, según el eje Y, no podrá realizarse con cualquier velocidad, sino a la velocidad que permita la naturaleza del material y el diámetro de la fresa utilizada (programación de la velocidad de avance).

Este tipo de movimiento recibe el nombre de movimiento paraxial y los equipos que los realizan reciben el

nombre de equipos punto a punto y paraxial. Su nombre proviene del hecho de ser capaces de realizar movimientos según los ejes de la máquina. Los sistemas punto a punto y paraxial se usan en máquinas-herramienta tipo taladradoras y punteadoras, pudiendo también ser usados para fresados sencillos. Situemos en el ejemplo anterior (trayecto del punto 0 al punto 1) y supongamos que diésemos una orden de posicionamiento a la velocidad máxima; en principio, la trayectoria recorrida sería una recta de 45°. Si por alguna razón hubiera una disminución de la velocidad según un eje, la trayectoria dejaría de ser una recta.

En el caso anterior, ese resultado no importaría demasiado, puesto que la intención era alcanzar el punto 1. sin embargo, si nuestra intención hubiera sido realizar un fresado según una recta de 45°, el resultado hubiera sido catastrófico. Este nefasto resultado se habría alcanzado debido a que no existía sincronización entre los motores que gobiernan los ejes longitudinal y transversal. Por esta razón, en estos sistemas, la herramienta deberá trabajar exclusivamente según trayectorias a lo largo del eje X o del eje Y.

De todo lo anterior se deduce que siempre que se

quieran realizar trayectorias que no sean paraxiales (rectas según los ejes) es necesario que el sistema de control posea unas características especiales.

### **SISTEMA DE CONTORNEO**

Los equipos que permiten generar curvas reciben el nombre de equipos de contorneo. Los sistemas de contorneo controlan no sólo la posición final, sino el movimiento en cada instante de los ejes en los que se realiza la interpolación. Deberá existir una sincronización perfecta entre los distintos ejes, controlándose, por tanto, la trayectoria real que debe seguir la punta de la herramienta. Con estos sistemas se pueden generar recorridos, tales como: rectas con cualquier otra curva definible matemáticamente. Estos sistemas de contorneo se utiliza en máquina-herramientas tipo torno, pero sobre todo, para fresados complejos. Por último diremos que un equipo de control numérico paraxial podrá efectuar los trabajos que realiza un equipo punto a punto y, que un equipo de contorneo podrá realizar los trabajos propios de los equipos punto a punto y paraxial.

### 1.3. EL CONTROL NUMÉRICO PARA MÁQUINA-HERRAMIENTA

De entre todas las posibles aplicaciones del control numérico, la más conocida y extendida es como ayuda en la mecanización de piezas. Fueron, precisamente, los problemas inherentes a los procesos de mecanización los que propiciaron la primera aplicación del control numérico en una máquina-herramienta. El primer intento serio lo realizó la compañía Parsons en un proyecto de hélices de helicóptero. Dado el enorme interés que suscitó esta técnica, la Fuerza Aérea de Estados Unidos concedió un contrato al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), que construyó en 1952 un primer prototipo de fresadora con control numérico que gobernaba tres ejes. Posteriormente su aplicación se ha generalizado a todo tipo de máquinas-herramientas o similares.

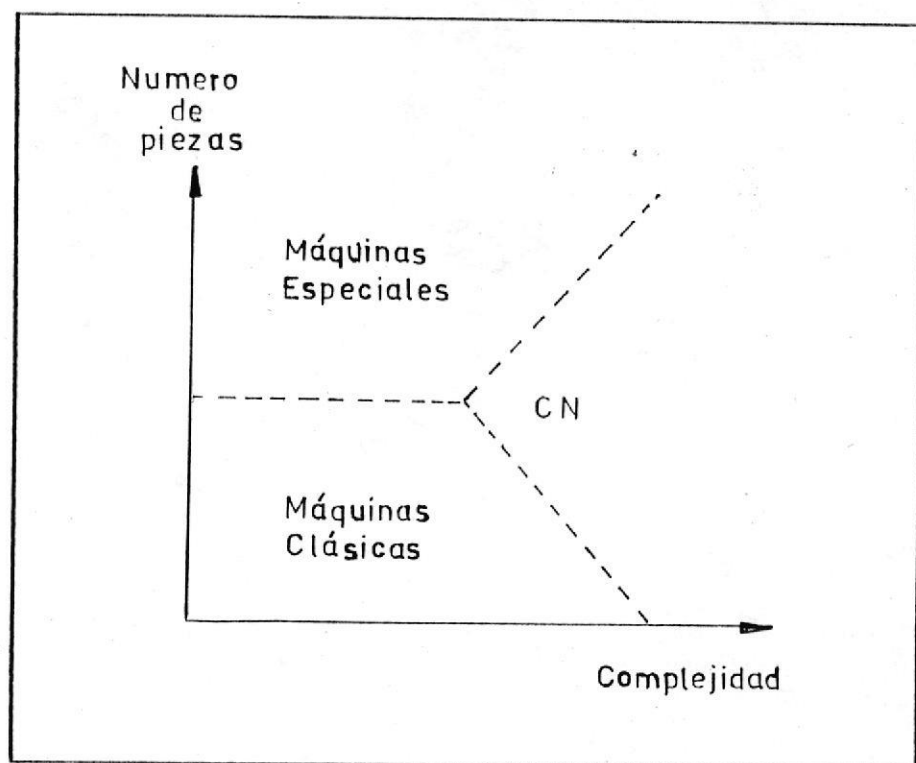
El ámbito de aplicación del control numérico en máquina-herramienta es algo dinámico, que se amplía día a día. la razón primordial hay que buscarla en la utilización de los microprocesadores. Tanto el número total de piezas como su complejidad influyen en su campo de aplicación.

Siempre que las series y su complejidad estén dentro de unos márgenes, el control numérico representa la

solución ideal por las ventajas que se deducen de su utilidad:

- 1.- Posibilidad de fabricación de piezas imposibles o muy difíciles.
- 2.- Seguridad.
- 3.- Precisión elevada y constante
- 4.- Aumento de la productividad de las máquinas.
- 5.- Reducción de controles y desechos, debido a la precisión y repetitividad de una máquina-herramienta con control numérico.
- 6.- Flexibilidad para modificar rápidamente los programas.





Ilustr. 3 ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL CONTROL NUMÉRICO EN MÁQUINAS HERRAMIENTAS

#### 1.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS MÁQUINAS CNC

Todas las nuevas tecnologías introducidas en los procesos de manufactura pueden generar nuevos tipos de problemas administrativos que deben resolverse. Para hallar soluciones aceptables a nuevos problemas, es importante comprender todos los aspectos del problema. En el caso CNC significa entender las ventajas y desventajas para toda la organización de manufactura, brindadas por esta unión de la computadora con la producción.

Existen tres ventajas básicas del CNC

- 1.- La facultad de producir partes a razón de dos o tres veces la velocidad de las máquinas manuales.
- 2.- La posibilidad de producir piezas exactas y complejas a una velocidad alta.
- 3.- la ausencia de la necesidad de contar con operarios de máquinas experimentados.

También se perciben tres desventajas del CNC

- 1.- Costo que asciende más o menos al doble del de las máquinas manuales.
- 2.- Una suspensión de la producción por tareas de mantenimiento más o menos 50% mayor que la de las máquinas manuales.
- 3.- la necesidad de un nuevo tipo de oficio, el de programador CNC.

## CAPÍTULO II

### PROGRAMA DENFORD

#### 2.1. INTRODUCCIÓN

El programa Denford es un programa que se puede usar para entrenamiento de personal o para manejo industrial de máquinas herramientas a control numérico. La facilidad que presta para cumplir estas dos funciones radica en que está dividido en paquetes de subprogramas o módulos que tienen capacidades definidas. Los paquetes de subprogramas se compran de acuerdo a las necesidades que tenga el usuario. Los módulos con que cuenta la ESPOL están dirigidos al entrenamiento y control del torno y fresadora que existen en el laboratorio de ingeniería ayudada por computadoras.

El Denford es un programa ideal para aprender a programar máquinas herramientas a control numérico, porque permiten probar la ejecutabilidad de los programas por medio de simulación, y luego maquinar la pieza.

A nivel industrial el denford es un programa adecuado para la producción y se usa por las facilidades de manejo que presta.

A continuación se hará una descripción del Hardware (computadora y periféricos) y módulos con que consta el Denford. En capítulos posteriores se explicara la forma de operar el programa mismo, la programación en control numérico y por último la producción con las máquinas herramientas CNC.

Se ha de tomar muy en cuenta el hecho de que las máquinas CNC (control numérico por computador) están controladas por una computadora, lo significa que los usuarios de estos equipos deben conocer lo básico del uso de computadoras.

## 2.2. HARDWARE

Esta sección tiene por objeto definir los equipos con los que se va operar el programa Denford, y esta dirigido a los usuarios que van a comenzar en el uso del Denford, y quieran conocer en detalle los equipos.

No se describirá las máquinas herramientas CNC, porque se definirán mas ampliamente en el capítulo VI (producción con máquinas CNC).

### 2.2.1. COMPUTADORA

En las máquinas a control numérico de la ESPOL la computadora se encuentra separada de la máquina herramienta, y se comunican por medio de un puerto serial, se ha escogido este tipo de máquina para permitir el uso de las computadoras no solo para control de las máquinas herramientas, sino para otras funciones de ingeniería, como la tecnología "CAM" (manufactura ayuda por computadora) que nos sirve para diseñar piezas y generar los programas que luego van a ser usados en las máquinas "CNC".

Los equipos mínimos necesarios para hacer funcionar al programa denford son:

- COMPUTADOR.- IBM PC,XT,AT o 100% compatibles.
- DISQUETERA.- Disquetera de 360kb.
- TARJETA DE GRÁFICOS.-Tarjeta CGA,EGA,o,VGA.
- PUERTOS.- Dos puertos serial, un puerto paralelo.

En el laboratorio de C.A.E de la ESPOL se han dedicado una computadora para cada máquina herramienta (torno y fresa). Las computadoras son modelo 386,con disqueteras de alta densidad

(torno una de 3.5", la fresa 3.5" y 5.25") ,tarjeta de gráficos VGA (fresa) y SVGA (torno), dos puertos seriales y un puerto paralelo cada una. Las computadoras asignadas cumplen demás las necesidades del Denford.

### 2.2.2. PERIFÉRICOS DE ENTRADA DE DATOS

Como se menciona anteriormente el denford tiene diferentes módulos dedicados a aprendizaje de la programación "NC" (control numérico) o al control de la maquinas CNC (incluye las programación y producción con las máquinas CNC). La entrada de información a estos módulos se hace por medio de teclados comunes o "DESK-TOP TUTOR" (tableros de control), a continuación haremos la descripción de cada uno de los periféricos de entrada.

**TECLADO.**- Los teclados son usados solo por los módulos de aprendizaje "FANUCL", "HEIDENK" y tienen ciertas funciones que se pueden consultar en sección 4.3.2 (teclas mas usadas en la operación del Denford-teclado), donde se detalla las funciones que interesan para el Denford.



**DESK TOP TUTOR (TABLEROS DE CONTROL).**- Los "DESK-TOP TUTOR" son usados por sobre todo para realizar el control de las máquinas herramientas CNC<sup>(1)</sup>, y por eso tiene teclas dirigidas solo a esta función. En nuestro caso los módulos que los usan son "MIRAC" y "FANUCMD" que son de control; aunque existen módulos de entrenamiento (solo simulación) que usan también los "DESK-TOP TUTOR" como el "HEIDEN" y "FANUCLD", se da este caso especial por que las máquinas son para entrenamiento de personal.

El laboratorio de CAE de la ESPOL tiene dos marcas de tableros de control la inglesa "DENFORD" y la Alemana "HEIDEN".

**MARCA DENFORD.**- Los teclados Denford que tenemos son para torno y fresadora, diferenciándose muy poco el uno de otro. Una de las diferencias es por ejemplo que el de fresa tiene tres coordenadas y el de torno solo dos, y la causa es obvia, la fresadora trabaja con tres grados de libertad y el torno con dos.

---

<sup>1</sup> Los módulos de control incluyen dentro de si la capacidad de edición de programas, simulación de los programas y producción con las máquinas herramientas.

A continuación se dará una descripción de las teclas que existen en cada uno de los tableros, adjuntado un gráfico de la forma que están ubicadas las teclas de los mismos.

#### TECLAS PARECIDAS A LAS DE TECLADO CONVENCIONAL

- RESET.- quita cualquier mensaje de error. Reinicializa los programas cuando esta en edit mode.

- CARACTERES DE LETRAS Y NÚMEROS.- funcionan igual que los teclados con la diferencia que no hay que especificar cuando se quiere letras o números porque el programa coloca la función que le corresponda en el momento de edición del programa.

- CURSOR (TECLAS DE FLECHAS).- funcionan idéntico que en teclado, ubican el cursor donde se desee. En ciertos casos sirven para seleccionar una u otra opción.

- PAGE (AVANCE DE PÁGINA).- funciona como en el teclado, cambiando de una página a otra. En ciertos casos sirve para seleccionar.

## TECLAS PARA EDICIÓN DE PROGRAMAS

ALTER.- Sirve para cambiar alguna sentencia de programación

INSRT.- Inserta dentro de las líneas de programadas una sentencia que se quiera agregar

DELET.- Borra una sentencia de la programación, borrarla la sentencia que se encuentra a la derecha del cursor. Se usa también para borrar una línea vacía si se coloca en el fin de bloque (al final de las línea en el ";")

/ ; # E.O.B.- Se usa sobre todo como fin de bloque ";" en la edición, aunque también cumple la función del "enter" de los teclados.

CANCEL.- Cancela una sentencia que se ha insertado, se usa también para salir de una ordenada.

## TECLAS PARA ESCOGER MODOS DEL DENFORD

UTILS.- Llama directamente a las instrucciones solo para simulacion [BILLET, [TOOLDEF, [CLEAR, [STEP, [NOSTEP, que se especificaran en el

capitulo IV con detalle, sección 4.3.

PRG.- Selecciona el modo en que funcionara la pantalla, se podrá tomar: simulación (simulate only), edición (edit only), simulación y edición (simulate and edit).

MENU OFFSET.- Selecciona cuando se encuentra en modo pantalla de control (manual data input panel/M.D.I), el menú de configuración de herramientas (tool setting)(<sup>2</sup>)

POS GRAPH.- Selecciona entre los modos de simulación, edición y pantalla de control.

INPUT OUTPUT.- Llama automáticamente al "remote device link menu". Este menú es para establecer comunicación con otra computadora o periféricos.

TECLAS DE CONTROL DE LA MÁQUINA HERRAMIENTA (Se detallara mas en el capítulo VI)

AUTO.- Selecciona la pantalla de control cuando se encuentra en las pantallas de edición de los

---

<sup>2</sup> Las funciones de pantalla de control y tool setting serán descritas con precisión en el capítulo VI, donde se trata la producción con máquinas CNC.

programas. Se usa para comenzar la ejecución de los programas en las máquinas CNC.

EDIT.- Regresa de la pantalla de control a la de edición y simulación.

SINGLE BLOCK.- Indica a la máquina herramienta a ejecutar el programa línea a línea, pidiendo la autorización al usuario para continuar, la autorización la da con "CICLE START". Puede ser usado en la simulación, y en la producción. Puede cambiarse entre "single block" y "skip block" mientras se opera.

BLOCK SKIP.- Indica a la máquina herramienta que ejecute el programa de corrido. Puede ser usado mientras el programa se ejecuta

HOME.- Es para ubicar a la máquina en el punto de inicio. Después de dar "HOME" se debe dar las coordenadas "X,Y,Z" para que regrese al punto inicial de la máquina. Cada vez que se enciende la máquina es necesario tomar esta opción.

JOG.- Permite desplazar la herramienta de la máquina a la posición que se desee manualmente,

se puede mover de forma continua o en incrementos de 0,05 en 0,05 milímetros. Para moverse para una determinada dirección, después de dar "JOG" (aparecerá un mensaje en la parte superior de la pantalla de control indicando que se encuentra en el modo "JOG") se debe indicar la dirección en que se quiere desplazar con las teclas X,Y,Z positiva o negativa.

CYCLE START.- Inicia la ejecución de los programas

CYCLE STOP.- Termina la ejecución del programa.

TECLAS DE DIRECCIÓN.- Las teclas marcadas X+, X-, Y+, Y-, Z+, Z-, permiten posterior a estar en el modo "JOG" mover la máquina en la dirección que se desee. En el centro de estas teclas se encuentra "TRVRS" que sirve para moverse mas rápidamente en la dirección que se desee, siempre y cuando se presione al mismo tiempo que la tecla en que se desea desplazar-se.

CW.- Ordena el giro de la herramienta en la dirección de las manecillas del reloj

STOP.- Detiene el giro de la herramienta.

CCW.- Ordena el giro de la herramienta en dirección contraria a las manecillas del reloj.

CLNT ON/OFF.- Enciende y apaga el sistema de lubrorefrigeración. En nuestro caso no existe.

EXT. KEYBD.      F1      F2      F3      F5      F9      F10      CTRL F1      RESET

OPERATION SELECT

AUTO       EDIT  
 SINGLE BLOCK       BLOCK SKIP  
 HOME       JOG

COOLANT

ON       OFF

+Z       +Y       -X  
 +X      TRVRS       -Z  
 -Y

AXIS DIRECTION

SPINDLE

SPNDL. CW       SPNDL. STOP       SPNDL. CCW

EXECUTION

CYCLE START       CYCLE STOP

↑       ↓      CURSOR      PAGE       ↑       ↓  
 7 0      4 X      1 H      - M      D B      K J I  
 8 N      5 Y      2 F      & S      W T      Q P  
 9 G      6 Z      3 R      / # EOB      CANCEL  
 ALTER      INSERT      DELETE

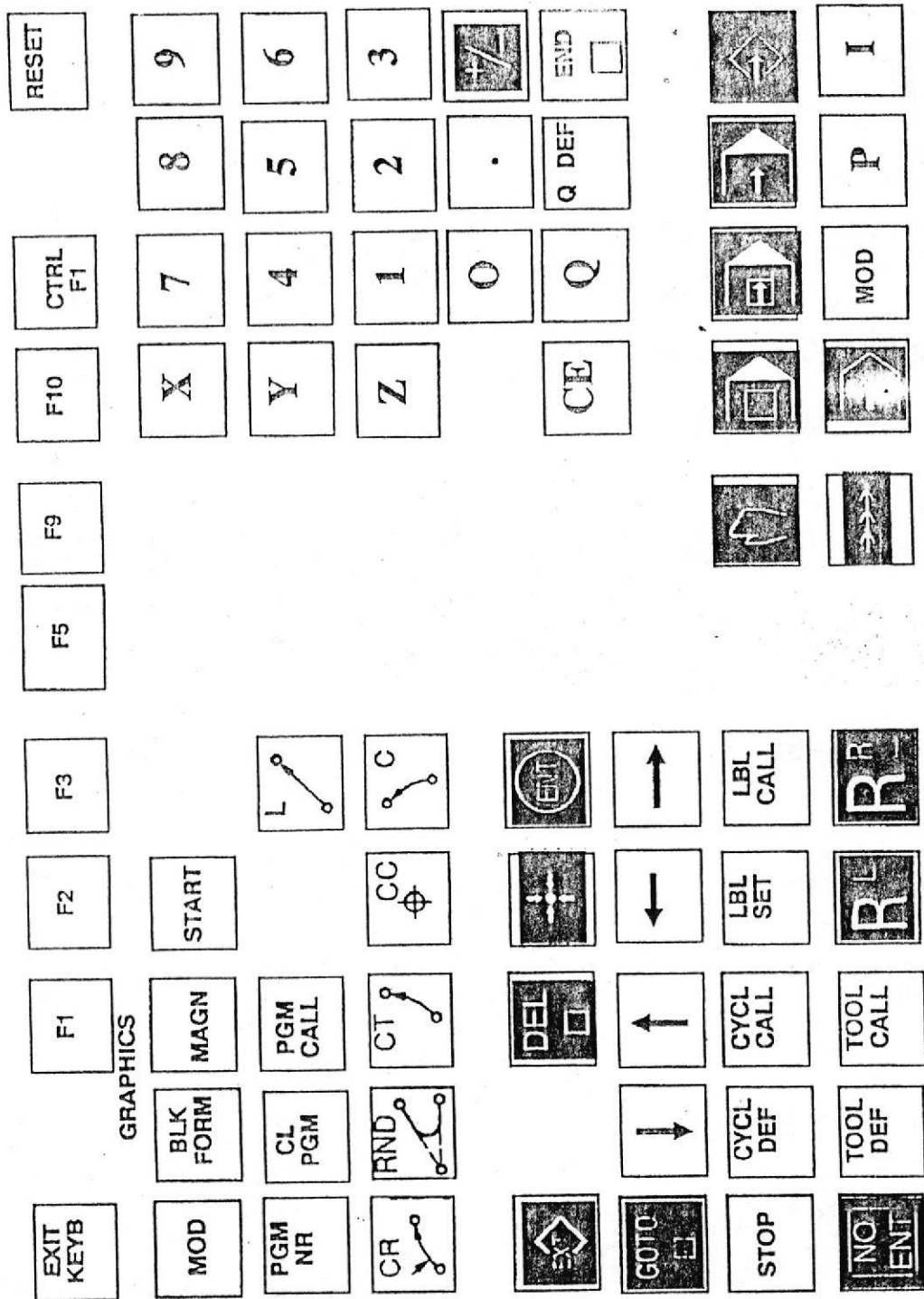
UTILS       PGR.       MENU OFFSET       POS. GRAPH       INPUT OUTPUT

MARCA HEIDEN.- Heiden al igual que denford es la marca del fabricante del equipo en uso, el tablero de control Heiden que tenemos solo sirve para simulación de los procesos.

Es necesario instalar el software para que este tablero sirva tambien como controlador, en este controlador es posible la interpolacion en tres dimensiones, es decir X-Y, X-Z, y, Y-Z.

El tablero "heiden" funciona solo con el módulo "heiden", tiene exactamente las mismas funciones que el resto de módulos del Denford, que se describen claramente en el capítulo 3, con la diferencia en las teclas de operación del sistema.

A continuación se adjuntara un gráfico que muestra la ubicación de las misma sobre el tablero.



Ilustr. 5 TABLERO HEIDEN



## 2.3. MÓDULOS DEL DENFORD

### 2.3.1 INTRODUCCIÓN

La intención de este capítulo es describir los módulos o paquetes de archivos con los que cuenta el Denford, que tiene la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Espol.

Los módulos o paquetes con los que cuenta la F.I.M (Facultad de ingeniería Mecánica) están dirigidos hacia el aprendizaje (exclusivamente) y el control de las máquinas herramientas CNC de la facultad. La F.I.M. cuenta con un torno y una fresadora a control numérico por computadora.

### 2.3.2. MÓDULOS O PAQUETES DE ARCHIVOS

Como se ha mencionado con anterioridad el Denford consta de módulos o paquetes, que sirven para utilidades específicas, de aprendizaje y control de ciertas máquinas CNC. Se llaman módulos o paquetes de archivos a las diferentes opciones de trabajo con las que cuenta el denford, porque son un conjunto de archivos que ayudan a operar el subprograma que se usará.

Los paquetes constas de 6 a 10 archivos dependiendo de la cantidad de respaldos (información, mensajes, etc), y la configuración que se desee dar al subprograma. A continuación listaremos el paquetes de archivos del módulo "MIRAC", y daremos una explicación ligera de cada parte del módulo. Cualquiera de los archivos pueden ser listados o editados (a excepción de los que están en lenguaje de computadora) con la opción "TYPE" y "EDLIN" respectivamente, que pertenecen al sistema operativo "DOS".

MIRAC.GRT .- Archiva los dibujos de las herramientas

MIRAC.APP .- Se usa para poder ejecutar el subprograma principal, EXE.

MIRAC.SHP .- Sirve como base de datos para guardar las tranformacion de dibujos de herramientas de programas como AUTOCAD. Si se desea agregar herramientas se pueden dibujar con AUTOCAD o describir según lo indica el manual.

MIRAC.TXT .- Sirve como base de datos de textos de que consta el módulo.

MIRAC.MSG .- Sirve como base de datos de los mensajes que aparecen en el módulo.

MIRAC.BAK .- Es un respaldo de los archivos "OPT"

MIRAC.EXE .- Es el archivo ejecutable del módulo

MIRAC.GO .- Nos sirve para configurar los "DRIVERS" o controladores del hardware

MIRAC.OPT .- Nos sirve para configurar la simulación del módulo. Existe mas información de este archivo en el capítulo III, sección 4.1.

Una vez hecha una descripción de las partes que conforman los paquetes de archivos, definiremos mas concretamente los módulos con los que cuenta F.I.M.

Para simplificar la descripción de los módulos hemosdecido clasificarlosde lasiguiente manera:

- INSTALADORES (DRIVERS)
- ENTRENAMIENTO (SIMULACIÓN)
- CONTROL (PRODUCCIÓN CON MÁQUINAS CNC)

Los módulos de entrenamiento, así como los de control tienen el mismo formato para la programación y simulación, y se diferencian en que los primeros no tiene control sobre las máquinas, y son puramente académicos y los segundos son para la producción en la industria y por ende pueden además de simular ejercer control sobre las máquinas.

Para hacer funcionar cualquiera de los módulos con los que cuenta el Denford lo que se debe hacer es entrar en el Denford ( después de haber arrancado la computadora entrar en el directorio "DENFORD") y luego se escribe el nombre del módulo que se desee y se da enter, a continuación deberá aparecer la pantalla del Denford. En caso de no aparecer la pantalla se deberá verificar si el módulo se encuentra entre los archivos del denford.

Para poder operar cualquiera de los módulos del Denford debemos configurar dentro del archivo

"GO" del módulo los equipos que van a ser ocupados y conectarlos adecuadamente. Si no se conecta adecuadamente los equipos el módulo que se quiere operar no arrancará. Se debe configurar solo una vez los equipos puesto que el archivo queda grabado como parte del paquete. En nuestro caso ya se ha configurado los módulos y solo es necesario arrancarlos.

Se ha de mencionar que el Denford tiene una llave de seguridad que se conecta en el puerto paralelo de la computadora, sin la cual no es posible operar los módulos. Si es que no está conectada la llave aparecerá la pantalla del Denford cuando se llame a un módulo, pero saldrá una ventana indicando que la llave no ha sido conectada, y solo se permitirá la opción de salida del módulo.

### **2.3.3. MÓDULO DE INSTALADORES (DRIVERS)**

En este módulo se encuentran los archivos para la instalación de los equipos con los que opera el Denford, estos archivos son indispensables para el funcionamiento de los módulos puesto que son los que permiten la intercomunicación entre el computador y los periféricos tales

como: la pantalla, impresora, teclado, tablero de control o desk-top, máquina. Aparecen dentro de la listado de archivos del Denford y solo sirven para configurar los módulos.

Para indicar al módulo con el que se trabaja el Hardware con el que cuenta, aparece un archivo con el nombre del módulo y con la extensión "GO", en este archivo se especificara el equipo. Se puede cambiar con un editor de textos como el "EDLIN" del DOS. Para poder configurar el módulo para un cierto equipo debe aparecer dentro del Denford el equipo a configurar como un archivo. Se muestra a continuación un archivo "GO".

```
IBM.RS2 2
$3F8 3 COM1
$2F8 3 MACHINE
DENFORD.KBD 1
18.2 $3F8 4
EGA.CRT
FANUCMD.APP
```

Todos los módulos con los que cuenta el Denford en la Facultad de Ingeniería Mecánica están configurados adecuadamente.

A continuación se describen los drivers que existen en el Denford, y en caso de tener problemas con la ejecución de algún módulos, se deben revisar estas configuraciones.

ARCHIVOS PARA PANTALLA.-Como se menciona con anterioridad el programa Denford necesita para funcionar cualquiera de las siguientes tarjetas de gráficos.

- CGA (Color Graphics Adapter)
- EGA (Enhanced Graphics Adapter)
- VGA (Video Graphics Adapter)

Dentro del los archivos de instalacion aparecen los que son para cada una de las tarjetas como:

- CGA.CRT
- EGA.CRT
- VGA.CRT

ARCHIVOS PARA TECLADO.- En nuestro caso se tiene dos formas de entrar los datos manualmente que son el "TECLADO" y los "DESK-TOP".

Para la instalación de cualquiera de estos dos equipos aparecen los archivos de instaladores

con los nombres:

-IBM.KBD

-DENFORD.KBD

-HEIDEN.KBD

PUERTOS.- Los puertos seriales y paralelos son los medios por los que la información sale de la computadora a los periféricos. Se usa el número final según le corresponda al puerto.

Por medio del puerto serial el computador se comunica con la máquina CNC, el conector es el RS232, y el archivo de manejo es el:

- IBM.RS2 2

Para el puerto serial del Desk top tutor se usa:

- \$3F8 3 COM 1

El puerto paralelo es el comunicador para la impresora , y llave de seguridad. Los archivos para este puerto son:

- 18.2 \$3F8 4

#### 2.3.4.-MÓDULOS DE ENTRENAMIENTO.

Los módulos de entrenamiento no pueden controlar las maquinas CNC y su único objetivo como lo señala su nombre es para aprender la programación de las máquinas herramientas CNC. Los módulos con los que cuenta F.I.M. son:

PARA EL TORNO : Para la simulación en torno existen dos módulos el "FANUCL" Y "FANUCLD" , los dos módulos tienen las mismas opciones y operan prácticamente igual, con la excepción de que el primero se opera con teclado mientras que el segundo usa el tablero de control marca "DENFORD" ya descrito. Además de la diferencia antes mencionada, también existen cambios en algunos comandos de programación entre uno y otro módulo.

PARA LA FRESADORA: La fresa tiene para entrenamiento dos módulos el "HEIDENK" y "HEIDEN", los dos módulos operan igual en las funciones de manejo; pero se diferencia en que el "HEIDENK" funciona con teclado, mientras que el "HEIDEN" funciona con el tablero de control marca "HEIDEN", además existen algunos comandos de programación diferentes entre el uno y el otro.

Se debe puntualizar que en módulo "HEIDENK" existe un problema en el comando [BILLET que no funciona, este problema deberá ser consultado a la casa distribuidora del "SOFTWARE".

#### 2.3.5. MÓDULOS DE CONTROL

Los módulos para el control de las máquinas herramientas CNC, son sin duda la parte medular del Denford, dado que simula la programación hecha y luego realizan la producción.

Los módulos de control además de contar con las pantalla de simulación y edición, tienen otra pantalla que la hemos designado como "PANTALLA DE CONTROL". La forma de operar con ella será descrita en el capítulo VI (producción con máquinas CNC) con detalle.

Los módulos de control funcionan solo con "DESK-TOP TUTOR" marca "DENFORD", el que debe estar conectado, así como la máquina herramienta que van a controlar (la máquina debe estar encendida).

PARA EL TORNO.- El módulo del torno es "MIRAC" que tiene las mismas utilidades que los módulos

de entrenamiento, mas la posibilidad de control que se representa en la pantalla de control. Solo existe un controlador para el torno.

PARA LA FRESADORA.- La fresadora tiene como módulo de control "FANUCMD" que tiene las mismas posibilidades de los módulos de aprendizaje mas el control que se establece por medio de la pantalla de control. Solo existen un controlador para la fresadora.

## CAPÍTULO III

### OPERACIÓN DEL DENFORD

El denford es un programa muy versátil para el aprendizaje y operación de maquinas CNC, su versatilidad radica en su facilidad para el manejo.

En el siguiente capitulo describiremos la forma de manejar la simulación y edición de programas en Denford; mientras que el área de control se abarcara en el capitulo VI (producción con máquinas CNC), donde nos introduciremos en la producción de piezas.

Existe una gran similitud en la forma de operar los módulos del Denford, por tanto lo que se hará una descripción general de las funciones que se usan para la edición y simulación en cualquiera de los módulos.

Se ha considerado para facilitar el estudio dividirlo en las funciones mas notables.

Las partes principales de ejecución del programas son:

- Menú principal (F10)
- Menú de simulación (F9)
- Otros comandos de operación (F1,F2,etc)

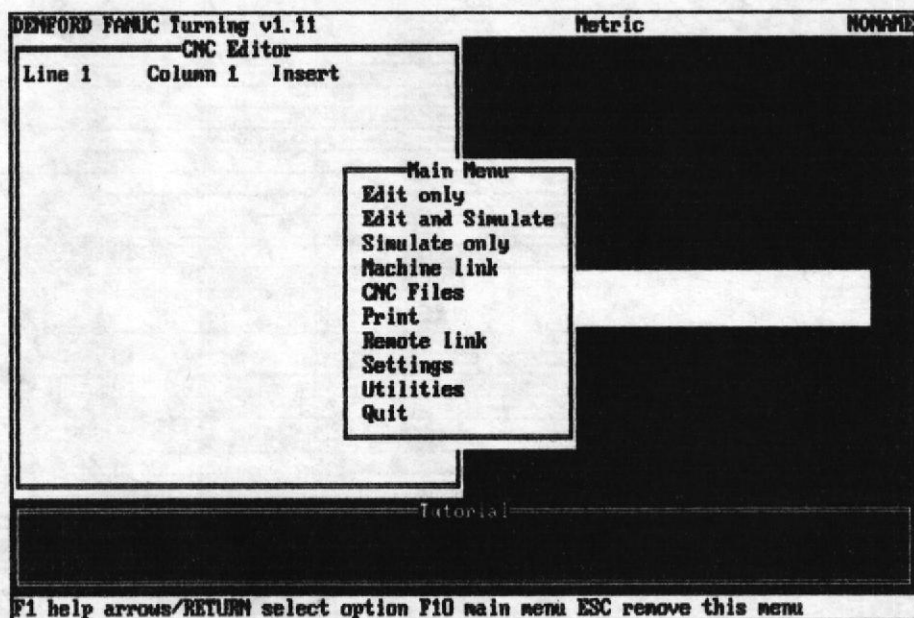
La mecánica de la operación del Denford en cualquiera de sus opciones es muy simple. Se debe aplastar cualquiera de las teclas de función F10,F9,F1..., y el menú de la función aparecerá. Una vez dentro de la función lo que se hace, es escoger la opción que se desee ubicándose con las flechas sobre ella y dar enter. En caso de no desear la ejecución de la opción, se da "ESC" y se sale de la función.

### 3.1 MENÚ PRINCIPAL (F10)

El menú principal es el controlador de las funciones del Denford; permite ordenar la presentación de información en la pantalla, la trasmisión de la información, impresión, y mas. Es posible llamar a este menú con la tecla F10.

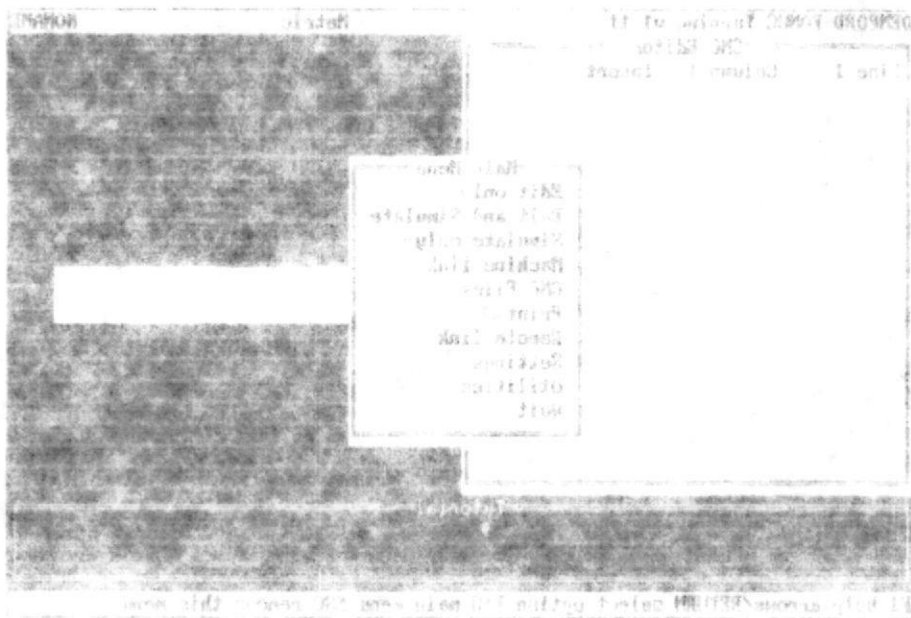
A continuación se dará una explicación de cada uno de las palabras que aparecen en el menú principal.

Se muestra una ilustración de la ventana que aparecer al llamar al menú principal (F10).



**EDIT ONLY.**.- El objetivo de este modo es permitir solo la escritura y edición de los programas. Este comando selecciona la pantalla en un modo que permite solo escribir, con 241 caracteres por línea como máximo, aunque solo son visibles 65. Ninguna de las opciones del menú de simulación son posibles en este modo, a excepción de la revisión de sintaxis; se ejecuta con la función F9.

A continuación se presenta un gráfico de la pantalla que aparecer al tomar esta opción



The following information was obtained from the records of the Department of Health and Human Services, Office of the Inspector General, on 11/11/2000. The information is being provided to you for your information only. It is not to be used for any other purpose.

The information is being provided to you for your information only. It is not to be used for any other purpose.

If you have any questions regarding this information, please contact the Office of the Inspector General at (202) 755-1234.

```

DENFORD HEIDEM MILLING v1.78                               Metric                               14JLW
CNC Editor
Line 2   Column 1   Insert
(TOOLDEF T1 D1 Z65
(TOOLDEF T2 D5 Z65
(TOOLDEF T3 D10 Z65
N10 G00 X+0 Y+0 Z+0
N20 X+6 Y+34
N30 G01 Z-2
N40 X+26
N50 Y+79
N60 X+18
N70 X+34
N80 Z+0
N90 X+44
N100 Z-2
N110 Y+34
N120 X+64
N130 Z+0
N140 X+74
N150 Z-2
N160 Y+79
N170 X+94 Y+34
F1 help ctrl-F1 G/M help F2 save F3 load F9 syntax check F10 main menu

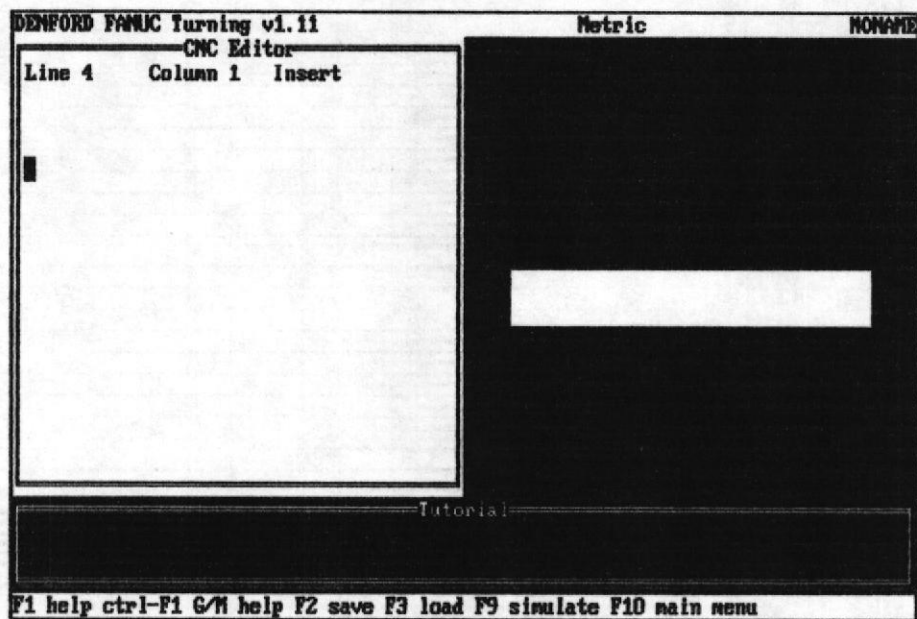
```

Ilustr. 7 MODO EDICIÓN

EDIT AND SIMULATE.- Podría catalogarse como el modo natural del Denford, en esta opción es posible escribir y editar los programas, así como realizar la simulación de los mismos en una misma pantalla como muestra el gráfico.

La parte de edición del programa nos permite escribir 241 caracteres en total por línea pero son solo visibles 33. La ventana de simulación, nos permite una vez dada la orden de ejecución observar como será la producción de la pieza. Las ordenes de programación que son ejecutadas en la simulación serán indicadas, una a una, en la ventana de edición, remarcando la línea con la orden en ejecución.



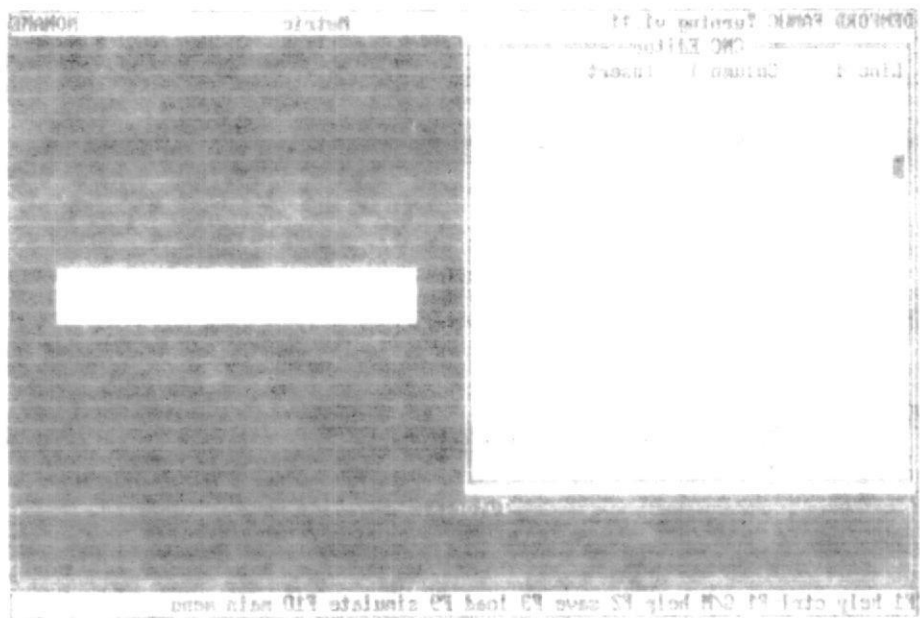


Ilustr. 8 MODO EDICIÓN Y SIMULACIÓN

Durante la ejecución de este modo se puede operar cualquier función tal como F10, F9 y seguir en esta opción.

**SIMULATE ONLY.**—En este modo la pantalla solo muestra la simulación de los programas. Es posible operar cualquier función, con el detalle que F9 aparece sin la posibilidad "check syntax". Si se da el caso de que el programa escrito tiene errores, se detiene la simulación y se vuelve al modo edición y simulación, señalando con una marca intermitente del cursor el error que existe.

Se muestra a continuación la pantalla que aparece al



The following information is provided for your reference:

1. The system is currently in a state of [illegible].

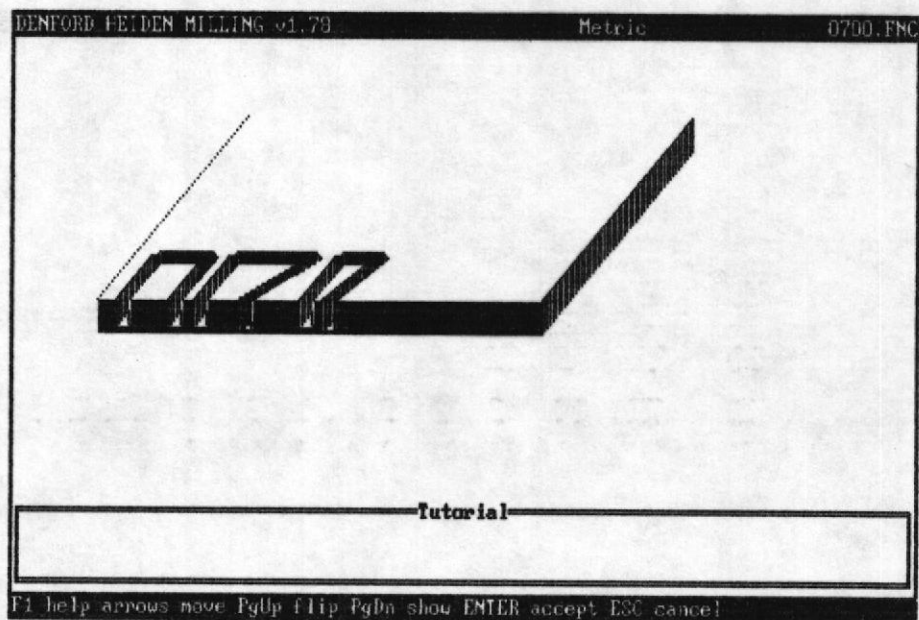
2. The data is being processed at a rate of [illegible].

3. The results are being stored in the [illegible] directory.

4. The system will automatically restart if a failure occurs.

5. The user should consult the manual for further details.

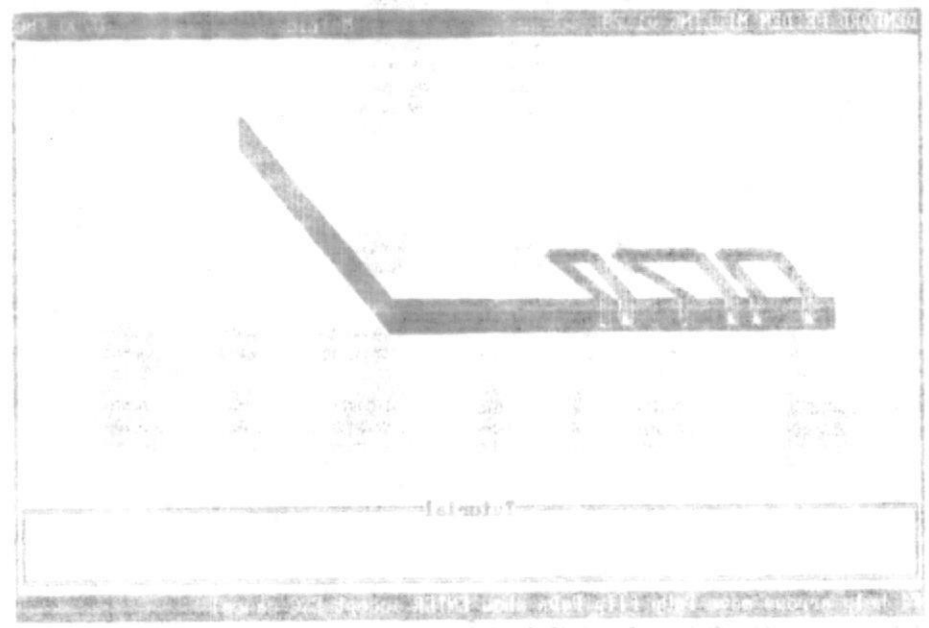
seleccionar este modo.



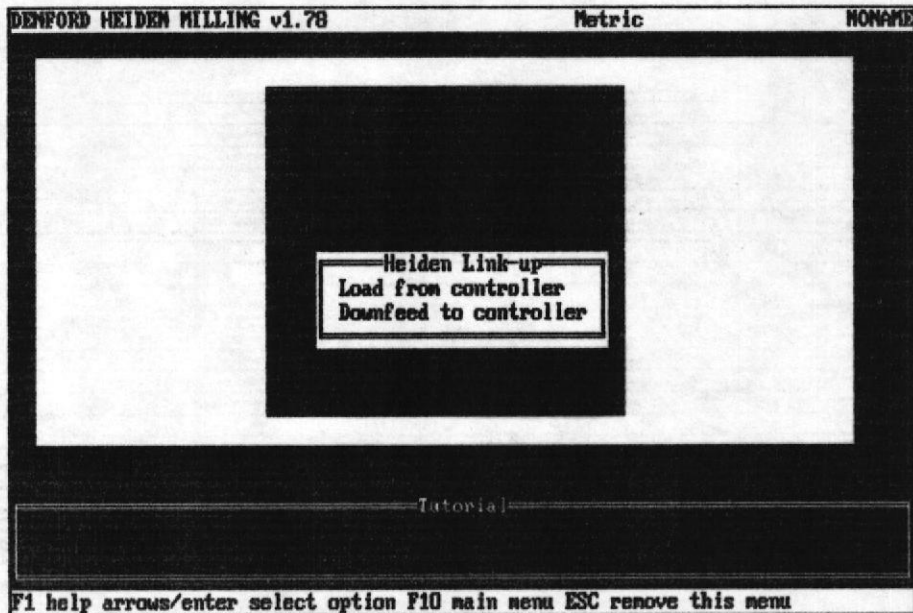
Ilustr. 9 MODO SIMULACIÓN

**MACHINE LINK.**— Esta opción es para transmitir información desde una computadora a los controles de la máquina CNC, por medio del puerto serial RS232.

En nuestro caso particular, nuestras máquinas CNC no tiene la computadora incorporada como parte del equipo de la máquina y toda la información de programación y control accede a la máquina por este medio.



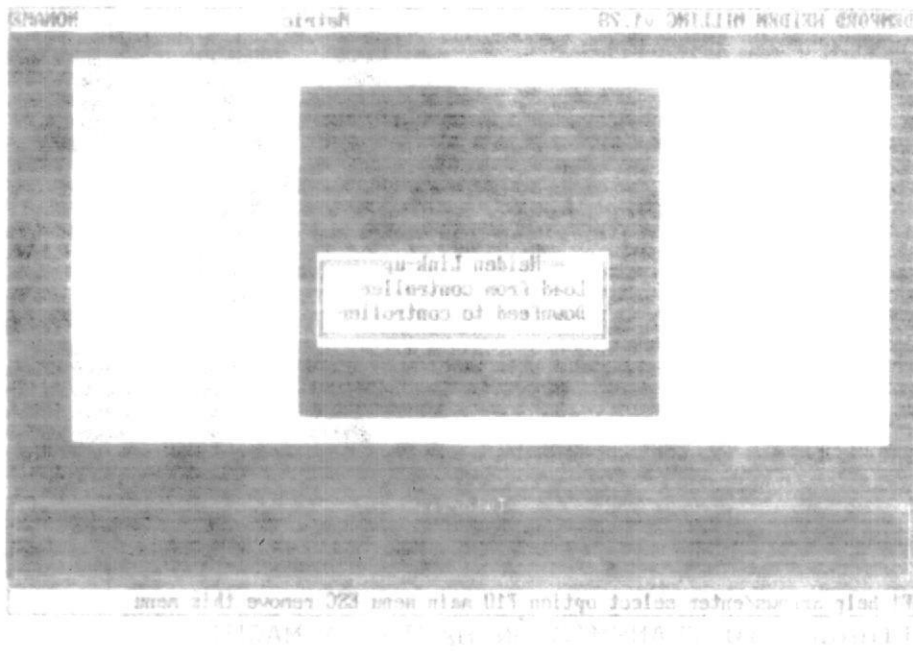
FACTORY FILE - WITH COPY OF DRAWING AND PHOTOGRAPH OF PART  
 IN THE FILE OF THE PART. THE PART IS A BRACKET FOR THE  
 MOUNTING OF THE MOTOR ON THE MACHINE. THE PART IS MADE OF  
 STEEL AND IS 1/2" THICK. THE LENGTH OF THE PART IS 10"  
 AND THE WIDTH IS 2". THE PART IS MOUNTED ON THE MACHINE  
 BY BOLTS AND NUTS. THE PART IS SHOWN IN THE PHOTOGRAPH  
 IN THE FILE OF THE PART. THE PART IS A BRACKET FOR THE  
 MOUNTING OF THE MOTOR ON THE MACHINE. THE PART IS MADE OF  
 STEEL AND IS 1/2" THICK. THE LENGTH OF THE PART IS 10"  
 AND THE WIDTH IS 2". THE PART IS MOUNTED ON THE MACHINE  
 BY BOLTS AND NUTS. THE PART IS SHOWN IN THE PHOTOGRAPH  
 IN THE FILE OF THE PART.

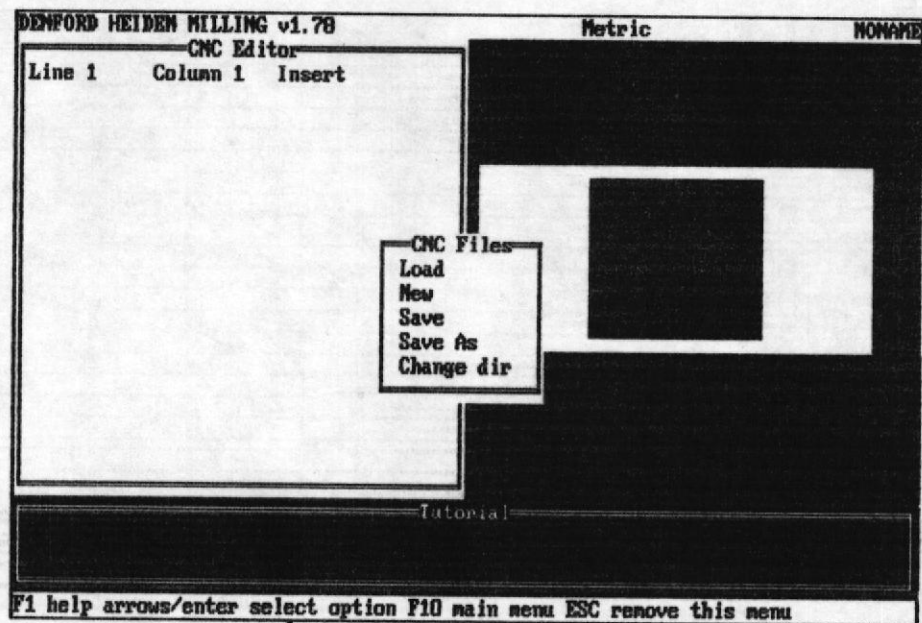


Ilustr. 10 TRANSMISIÓN HACIA LA MAQUINA

CNC FILES.-Por medio de esta función es posible el control de los archivos, comprende: el listado, llamado, borrado y grabado de los programas. Esta función esta dirigida al manejo de los programas de control de las máquinas herramientas CNC, pero también opera con el resto de archivos.

A continuación se muestra una ilustración de la ventana que aparecer al tomar "CNC FILES", y a continuación se explicara las capacidades de cada item.

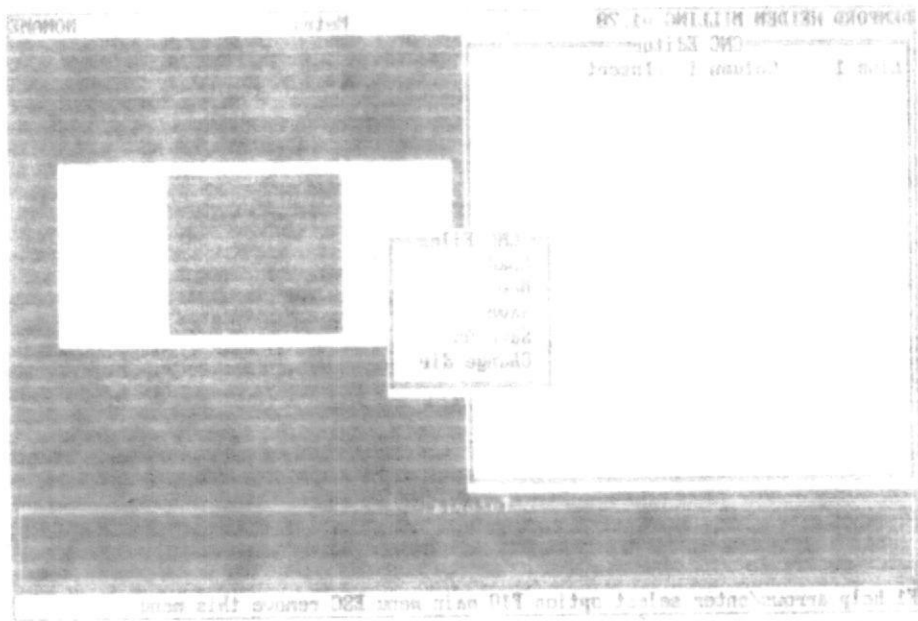




Ilustr. 11 MENÚ DE ARCHIVOS

LOAD.-Sirve para llamar a los programas. Esto se puede lograr: colocando el nombre y extension, cuando nos lo pida la función, o indicando "\*.extension" para pedir que se liste todo los archivos con esta extension, y luego seleccionar con las flechas el archivo que desea; se puede invertir el llamado con "nombre.\*" para todos los programas con un mismo nombre.

Se puede también usar esta función solo para los archivos que tienen la extension del módulo que se esta trabajando, dando "enter" cuando le piden el nombre del programa. Por ejemplo si me en-



cuentro en el módulo "Heidenk" y doy enter cuando me pregunta el nombre del programa se me listara en una ventana todos los programas con la extension "HEI", y puedo tomar cualquiera de la lista con situarme con el cursor sobre el y dar enter. Este procedimiento es muy conveniente cuando no recuerda los programas que se tiene o cuando se esta trabajando con el "desk-top" y se tiene programas con nombre no numérico.

En el caso de usar el "desk-top" solo es posible usar nombres numéricos, para llamar a los programas, dado que con tableros de control solo se puede usar números en esta función.

En caso de no estar con usando el "desk-top" se puede llamar todos los archivos del denford con "\*.\*".

Una vez realizada la selección del archivo, si es que tiene en pantalla algún programa, le preguntara si desea aumentar a su programa de pantalla el que esta llamando "merger you program", y si su respuesta es "yes" se los colocara delante del que tiene, remarcandolo con color; y si es "No", se borrara el programa anterior y se colocara solo el que usted esta llamando.

Se puede acceder a esta opción directamente con solo aplastar F3, y se realiza la selección según el procedimiento anterior.

NEW.- Se usa para borrar un archivo de la ventana del editor. Si el programa ha sido cambiado al tomar esta opción, le preguntara si desea grabar los cambios "current program no saved-save it first?". Si su respuesta es afirmativa coloque "Y" y si es negativa "N".

SAVE.- Esta opción es utilizada para actualizar los programas ya establecidos con nombre y directorio, por ejemplo si hemos reformado un programa y queremos actualizar nuestra anterior version debemos usar "SAVE".

En caso que el programa escrito no tenga nombre y se use esta opción, se grabara la información dentro del directorio de uso con el nombre "NONAME", y la extension del módulo, por ejemplo si usa el modulo heidenk, el programa será "noname.-hei".

Si usted desea grabar un programa con nombre y extension determinada, no debe usar esta opción sino "SAVE AS".

Es posible acceder directamente a "SAVE" con la función "F2".

SAVE AS.- Esta opción es utilizada para grabar programas dentro de un directorio dado, y con un nombre y extensión determinada.

Cuando tome "SAVE AS" el programa le pedirá un nombre, se puede asignar la grabación del programa a una disquette (A,B..) o al disco duro de la máquina con un directorio y nombre determinados; en caso de que solo se coloque el nombre del programa, será asignado al directorio en que se encuentra (normalmente la directorio del Denford), con la extensión del módulo que se este trabajado.

CHANGE DIR.- Esta opción selecciona el directorio en que va ha trabajar el módulo del denford; por ejemplo en el caso de "CNC FILES", todas las opciones se referirán al directorio indicado en esta opción, si deseo llamar a un programa (LOAD) se buscara en los archivos del directorio dado, en el caso de (SAVE) se grabara en el directorio dado y así para todos las opciones que existen.

PRINT.- Esta opción permite la impresión de los progra-

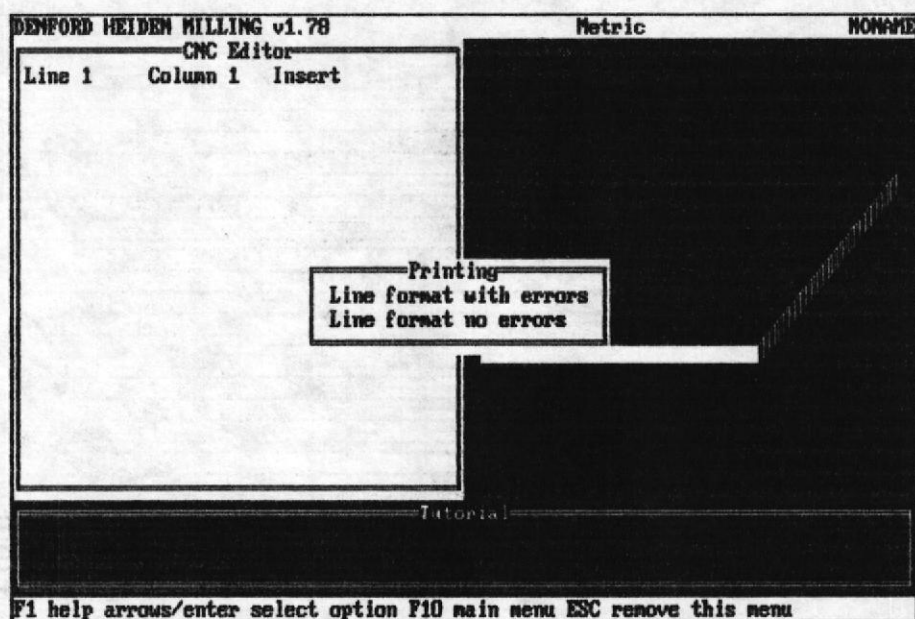
mas que se tiene en pantalla. Nos da la facilidad de hacer una copia del programa con o sin errores según se desee.

La opción de localizar errores dentro del programa es también posible con "F9", "DRY RUN" en la que aparecen los errores resaltado en color, pero la impresión nos permite identificar mejor los problemas, puesto que indica el lugar y tipo de error impreso, y como es conocido es mas fácil identificar y corregir en papel que en la pantalla. No es posible imprimir solo los errores del programa.

Si es que existen problemas en la impresión pueden deberse a:

- 1.- La conección de la impresora con la máquina.
- 2.- Que esta mal configurada la comunicación con la computadora, se debe revisar en la opción de configuración (SETTINGS) y tomar la opción "PRINT DEVICE" en la que se indica la forma de transmisión.

En caso de no estar de acuerdo con el formato de impresión debe consultar "SETTINGS" en "PRINT PAGE LAYOUT". Se adjunta un ejemplo de impresión.



Ilustr. 12 OPCIONES DE IMPRESIÓN

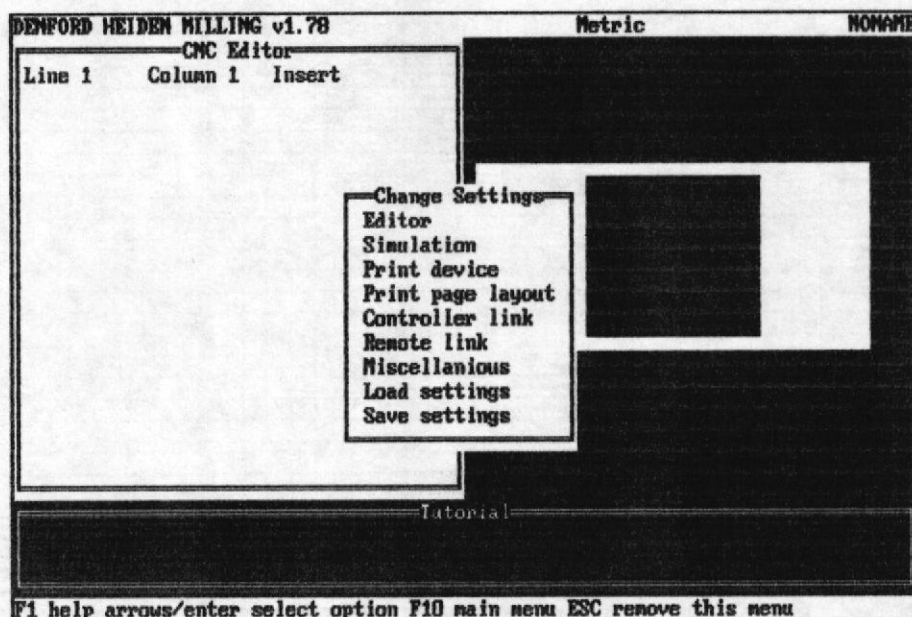
**REMOTE LINK.**— Es una opción del menú principal que nos permite comunicarnos, para recibir o enviar información. Se puede establecer contacto con otra computadora, un impresora de cinta perforada, un alimentador de información (disquetera), u otro periférico cualquiera.

En nuestro caso por ser un sistema de CNC, en el que la computadora se encuentra fuera de la máquina herramienta, todo el tránsito de información se lleva a cabo por medio de esta función.

Dentro de la opción existen dos posibilidades de transmisión; recepción "LOAD FROM DEVICE", y envío "SEND TO DEVICE".



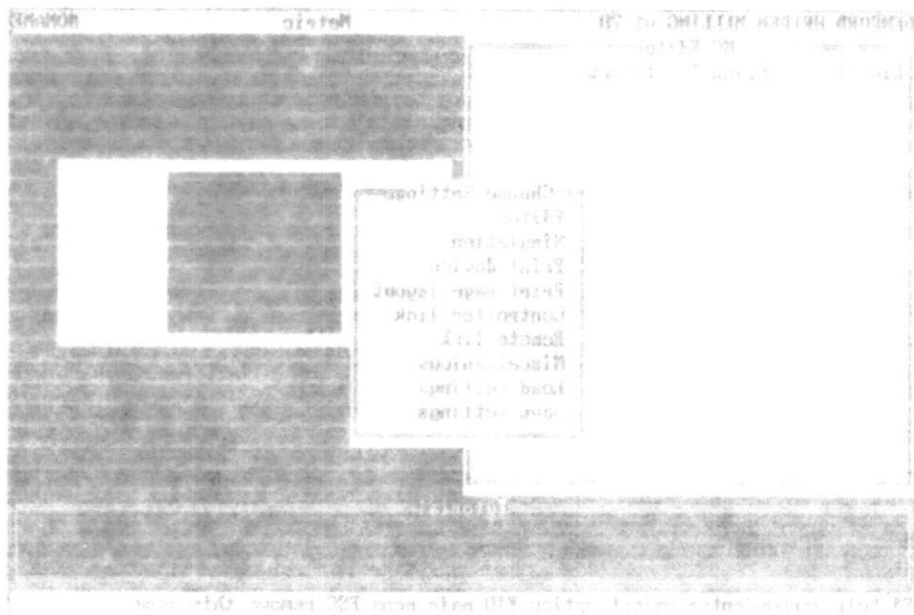
**SETTINGS.**- Settings nos permite cambiar la configuración, de la simulación, impresión, misceláneos, y control de la máquina.



Ilustr. 13 MENÚ DE CONFIGURACIÓN

**EDITOR.**- En esta opción es posible configurar la forma de la pantalla para edición de los programas. Dentro de esta opción existen cuatro posibilidades que se van a describir a continuación.

**Auto-error-check.**- Se debe recordar que el Denford tiene la posibilidad de detectar los errores de sintaxis y ejecutabilidad de los programas. Esta opción configura la forma en que el programa indicara los errores.



Si es que existe error en el programa es posible detectarlos con "CHECK SINTAX", "DRY RUN" o ejecutando el programa. Cuando el Denford identifica un problema muestra en una ventana el tipo de problema y remarca con color la línea en que esta.

Dentro de la detección de errores la opción de "auto-error-check" se activa o desactiva con "yes" o "no" respectivamente. Si activa la función, además de indicar el error, cuando demos "ESC" para salir, el cursor aparecer en la posición donde esta la equivocación.

Marking mode.- Esta opción es para configurar la utilidad de marcado de programas, por la cual se puede indicar que se ejecute la simulación solo para ciertas áreas.

Existen dos posibilidades "DRAG MODE" y "ANCHOR MODE" , para "DRAW MODE" la opción funciona de manera que inicia el marcado con "F7" y lo termina el marcado con "F8", se ve como se marca la pantalla al moverse con las flechas, es también posible cambiar el comienzo del marcado presionando "F7" nuevamente. Se sale de la opción de marcado con aplastar nuevamente "F8" después de

haber cerrado el bloque, desaparecerá el resaltado.

En "ANCHOR MODE" la diferencia esta en que no es posible ver como avanza el marcado al moverse con las flechas y aparecer el resaltado una vez dado F8 para cerrar el bloque. Es posible cambiar el final del marcado dando nuevamente "F8". Se sale del la opción marcado dando "F8" nuevamente.

Edit only mode.- Cambia entre el modo gráfico y texto cuando la opción "EDIT ONLY" ha sido seleccionado del menú principal. La ventaja de seleccionar modo texto sobre modo gráfico es que es ligeramente mas rápida la detección de los errores.

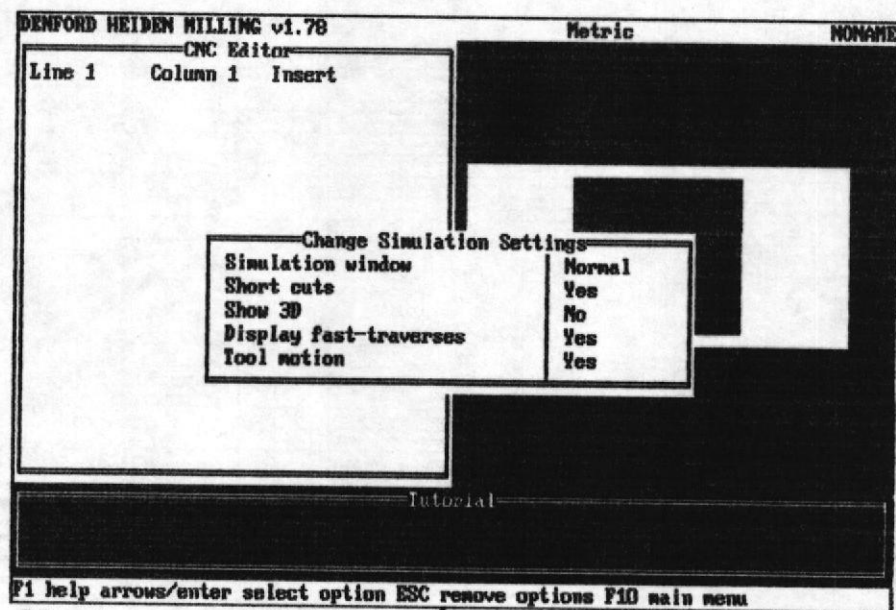
Cuando se selecciona "edit and Simulate" en el menú principal automáticamente modo gráfico se configurara para edit only.

Editor on the left.- Normalmente en el modo "EDIT AND SIMULATE" aparecer el editor del lado izquierdo, si se desea cambiarlo de lado, se debe seleccionar "NO" en esta opción.

Line split on cr/eob.-Si se configura con "YES",

indicara que se dará por terminada una línea al dar "ENTER".

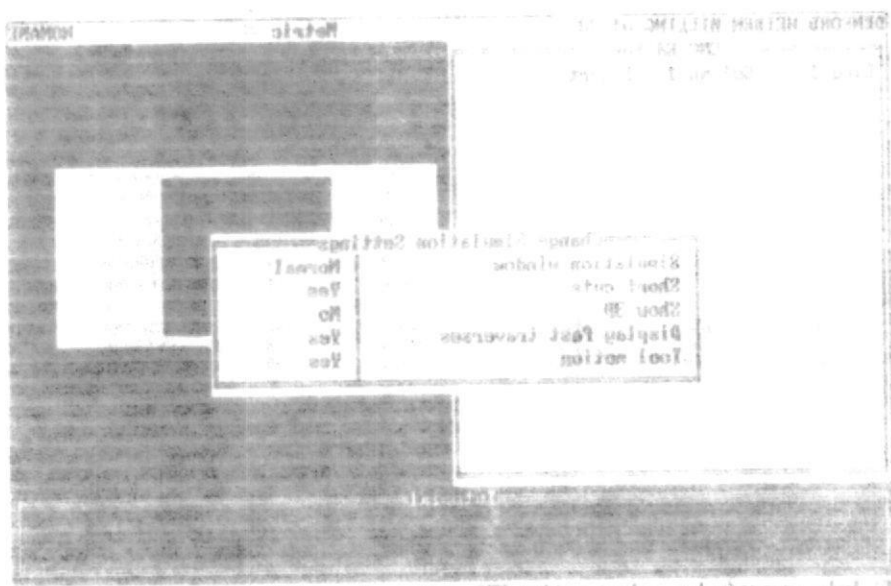
SIMULATION .-Este item sirve para configurar la simulación.



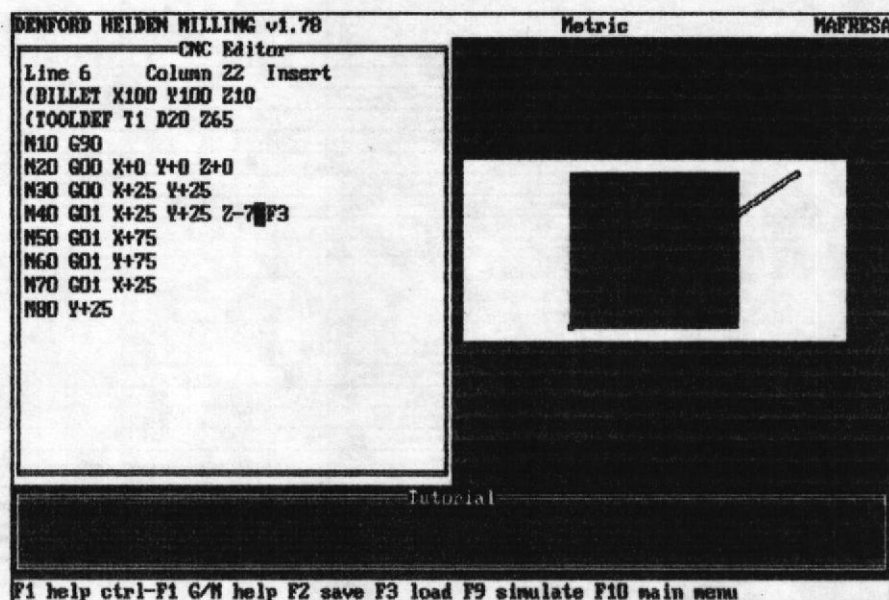
Ilustr. 14 CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN

Simulation Window.- Dentro de la simulación y edición existen dos tamaños de ventana para la simulación, esta opción nos permite indicar si se desea la ventana de simulación grande o pequeña.

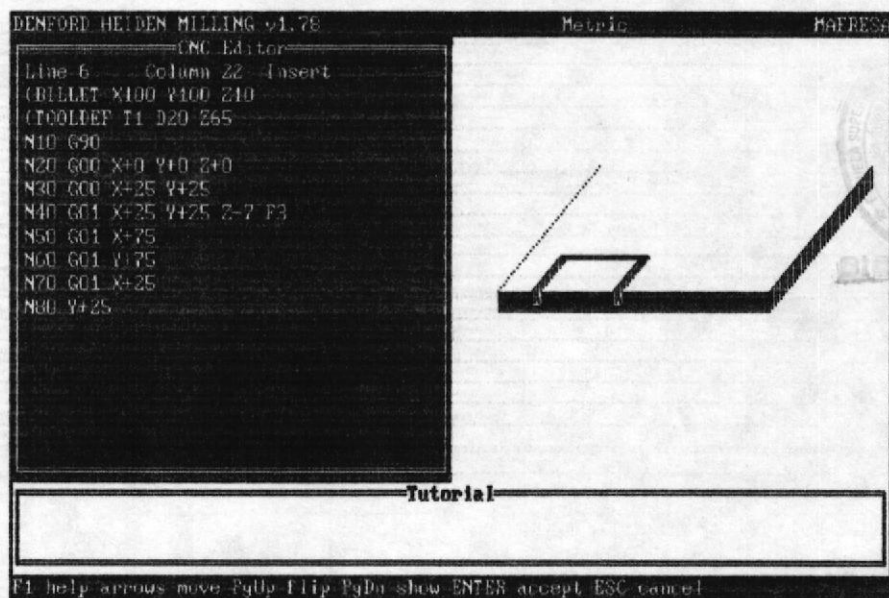
3 D.- Nos permite configurar la pantalla para que se vea la simulación en dos o en tres dimensiones. Si toma "YES" será para tres dimensiones, y "NO" para dos. Será posible ver las herramientas



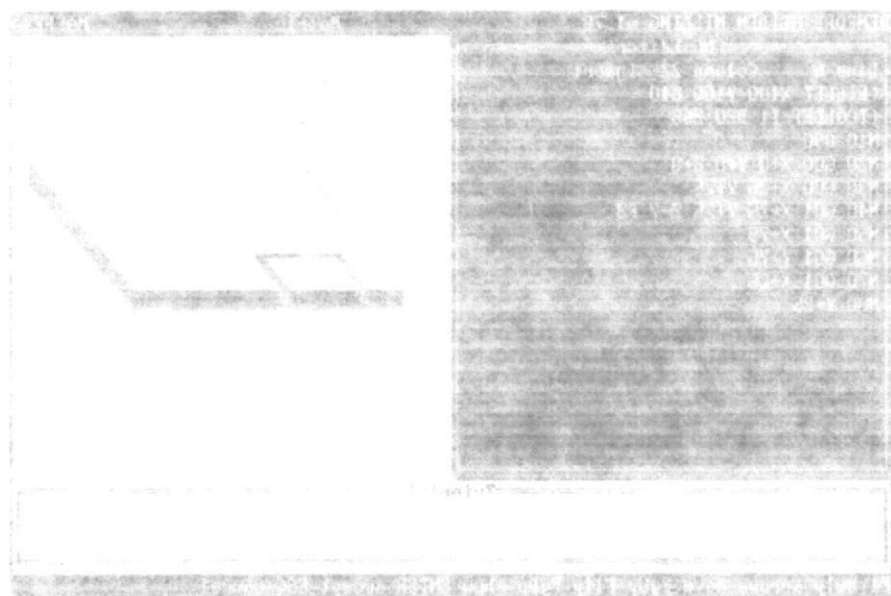
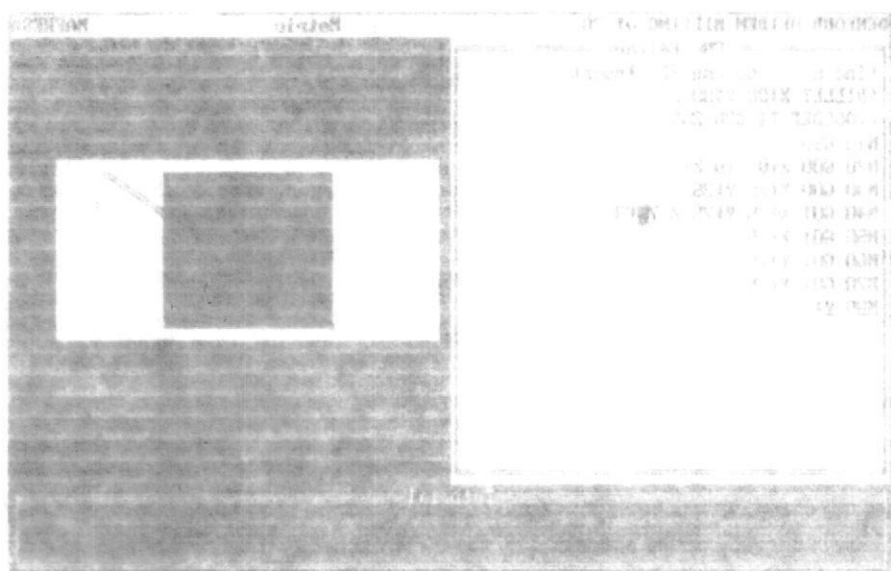
y sus posiciones solo cuando se escoja simulación en dos dimensiones.



Ilustr. 15 SIMULACIÓN EN DOS DIMENSIONES



Ilustr. 16 SIMULACIÓN EN TRES DIMENSIONES

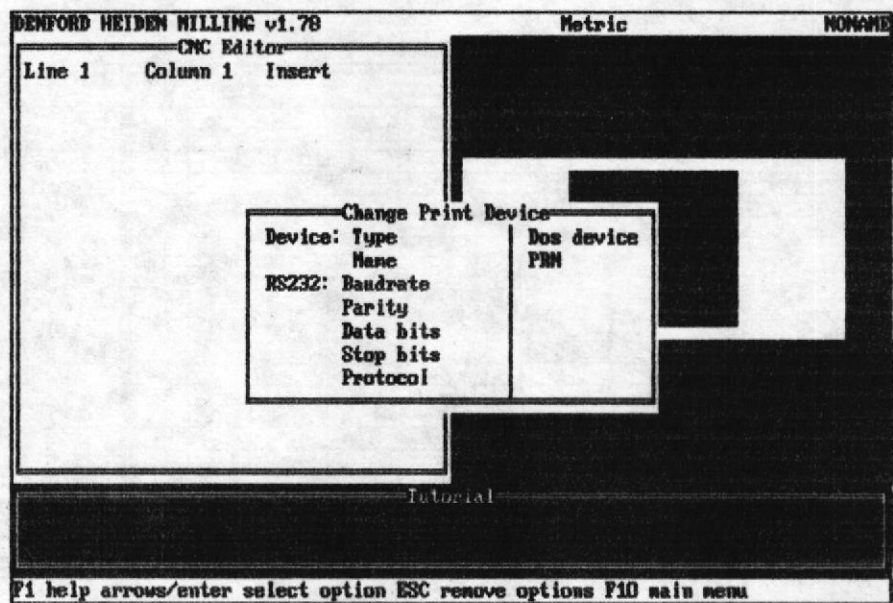


Short cuts.- Si se toma esta opción con "YES" se realizara la simulación a la mayor velocidad posible, pasando por alto ciertos movimientos de la herramienta.

Display-fast-traverse.-si se toma esta opción con "YES", será posible ver la trayectoria de la herramienta marcada en la simulación por medio de líneas (se muestra el camino que ha seguido en blanco, para corte, G01 y en amarillo para ubicación, velocidad mayor G01)

Tool motion.-si se toma con "YES" esta posibilidad, se vera las herramientas mientras corta la pieza, mientras que si se toma con "NO" solo se vera la trayectoria de corte de la herramientas. Realmente no es una posibilidad muy importante en el fresado puesto que de una herramienta a otra no varia mas que el diámetro, en el caso del torno si es fundamental puesto que entre las herramienta gran diferencia.

PRINT DEVICE.- Esta opción nos configurara el programa para el tipo de salida a la impresora que tengamos. A continuación en la ilustración 11 se muestra la pantalla que saldría al tomar este item.

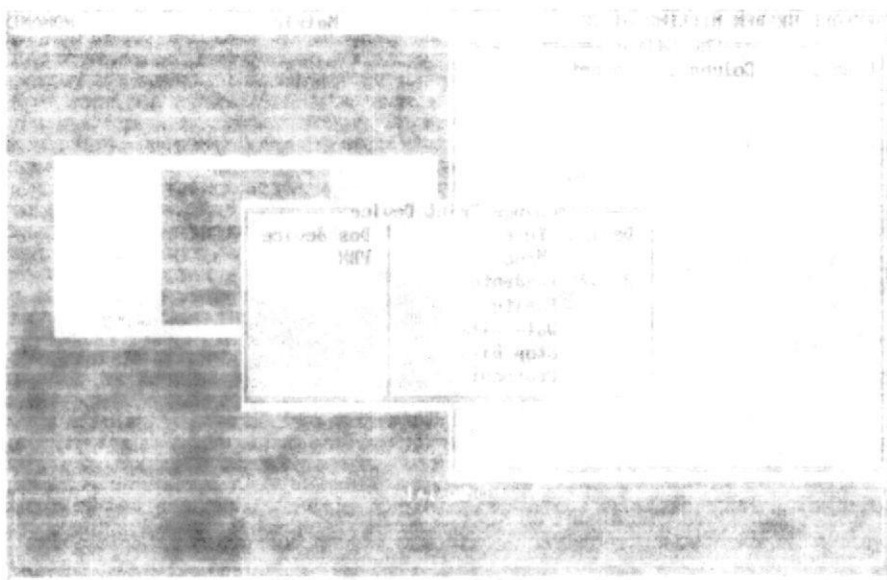


Ilustr. 17 CONFIGURACIÓN DE LA CONECCION PARA LA IMPRESORA

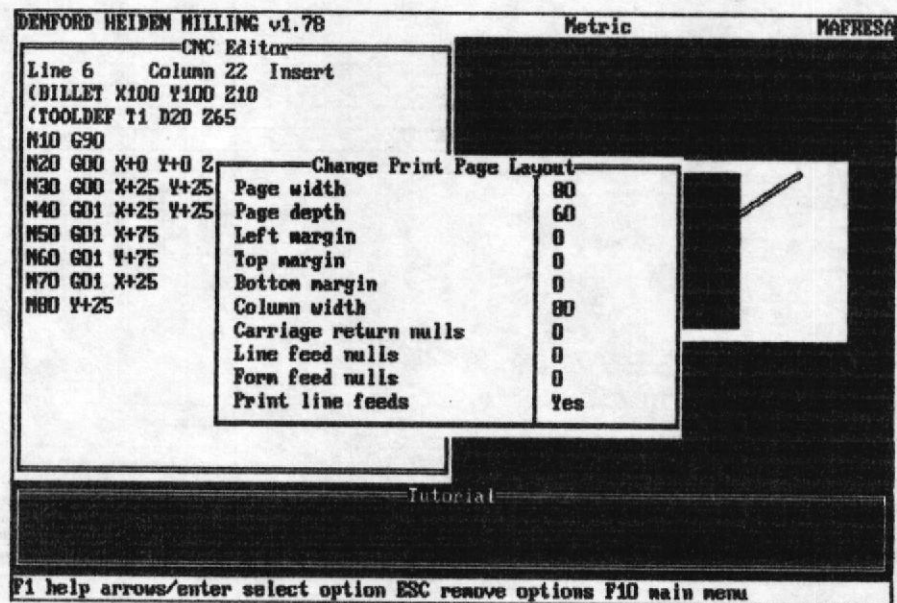
Las posibilidades que existen son para puerto serial, puerto paralelo, y coneccion para impresora de cinta perforadas.

Las computadoras de la F.I.M. de la ESPOL funcionan con el puerto paralelo número 1 "LPT1", como es común en las computadoras personales, y ya están configuradas para tal utilidad.

En caso de usar puerto serial deberá configurar la forma de transmisión (ya esta indicado en el programa pero se puede variar) esto es Baudrate, Parity, Data bits, Stop bits, Protocol.



PRINT PAGE LAYOUT.- Esta opción nos permite configurar el formato de impresión de los programas. Se puede cambiar el formato variando cualquiera de las opciones.



Ilustr. 18 CONFIGURACIÓN DEL FORMATO DE IMPRESIÓN

A continuación se da una traducción de lo que significa cada término.

- Page width - ancho de la página
- Page length - largo de la página
- Left margin - margen izquierdo
- Top margin - margen superior
- Bottom margin - margen inferior
- Column width - ancho de la columna

Item	Quantity	Unit Price	Total Price
Topsoil	100	1.50	150.00
Gravel	200	2.00	400.00
Concrete	50	3.00	150.00
Rebar	10	10.00	100.00
Formwork	100	0.50	50.00
Labour	100	1.00	100.00
Transport	100	0.50	50.00
Permits	1	100.00	100.00
Insurance	1	50.00	50.00
Profit			100.00
<b>Total</b>			<b>1000.00</b>

The total cost of the project is 1000.00 units of currency.

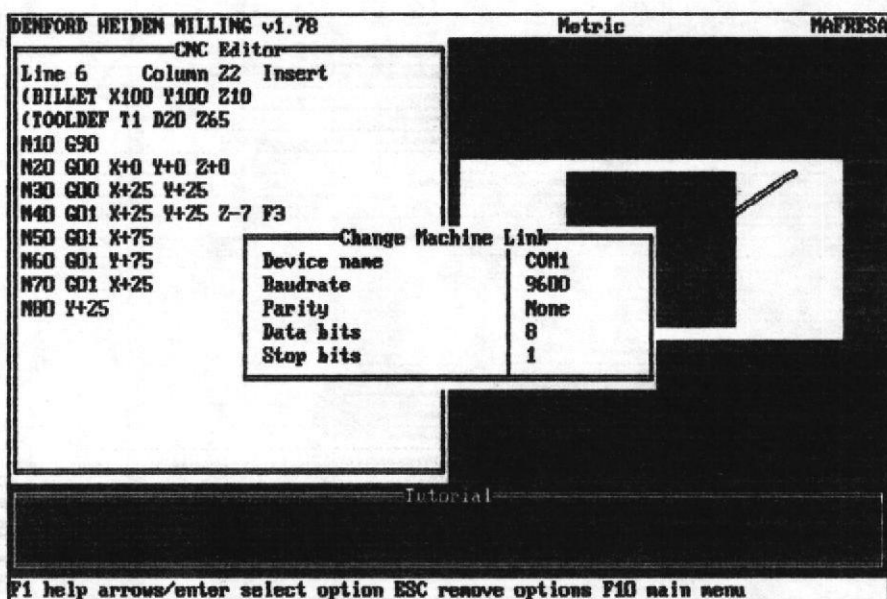
Carriage return nulls - retorno máximo del carro  
(margen derecho)

Line feed nulls - línea final

form feed nulls - forma de la línea final

Print line feeds - imprimir la línea final  
(yes ó no)

CONTROL LINK.- Las máquinas de la ESPOL se controlar a través de un puerto serial, puesto que las máquinas están fuera de la máquina. La forma en que la comunicación se va realizar se debe consultar en el manual de operación de la máquina. En nuestro caso ya esta configurado y no es necesario cambiarlo.



Ilustr. 19 CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN  
COMPUTADORA-MAQUINA CNC

The following information is provided for your reference. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose.

The following information is provided for your reference. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose.

The following information is provided for your reference. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose.

The following information is provided for your reference. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose.

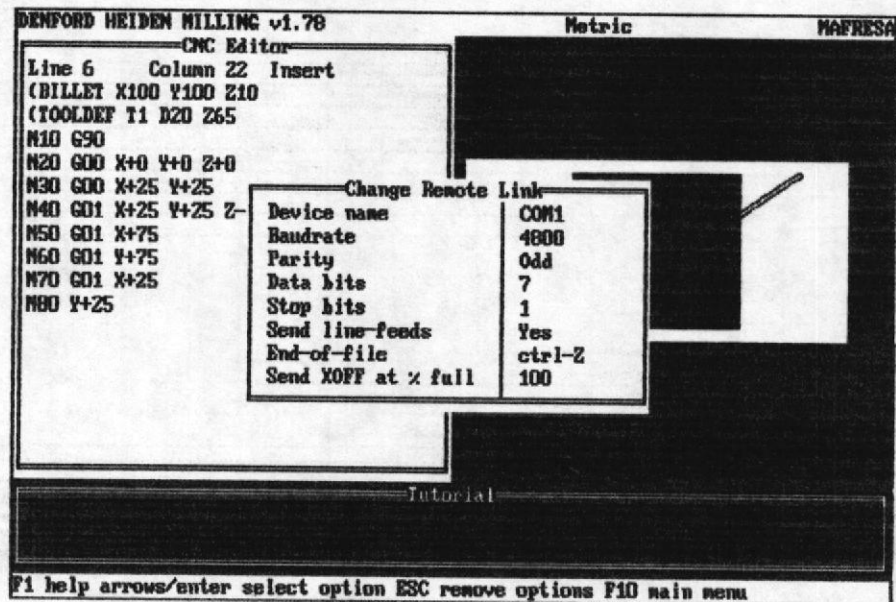
The screenshot shows a software interface with a list of items. The list has columns for Name, Date, and Price. A pop-up window is visible over the list, showing a table with columns for Name, Date, and Price. The pop-up window contains the following data:

Name	Date	Price
Item 1	1/1/2020	100.00
Item 2	2/1/2020	200.00
Item 3	3/1/2020	300.00
Item 4	4/1/2020	400.00
Item 5	5/1/2020	500.00

The main window also shows a list of items with columns for Name, Date, and Price. The list contains the following data:

Name	Date	Price
Item 1	1/1/2020	100.00
Item 2	2/1/2020	200.00
Item 3	3/1/2020	300.00
Item 4	4/1/2020	400.00
Item 5	5/1/2020	500.00

REMOTE LINK.- Esta opción configura la forma de comunicación con otras máquinas. Se debe consultarse al catálogo.



Ilustr. 20 COMUNICACIÓN ENTRE LA COMPUTADORA Y OTRAS COMPUTADORAS O PERIFÉRICOS

MISCELLANEOUS.- Esta opción configura algunas características generales en el uso del Denford, como son las unidades, nombre del usuario y tamaño de la pantalla.

El Denford puede trabajar en sistema métrico o Inglés; el nombre del usuario aparece en las impresiones así como en la pantalla de información del programa F5; el tamaño de la pantalla solo es un cambio entre un formato como el del ejemplo o uno mas denso.

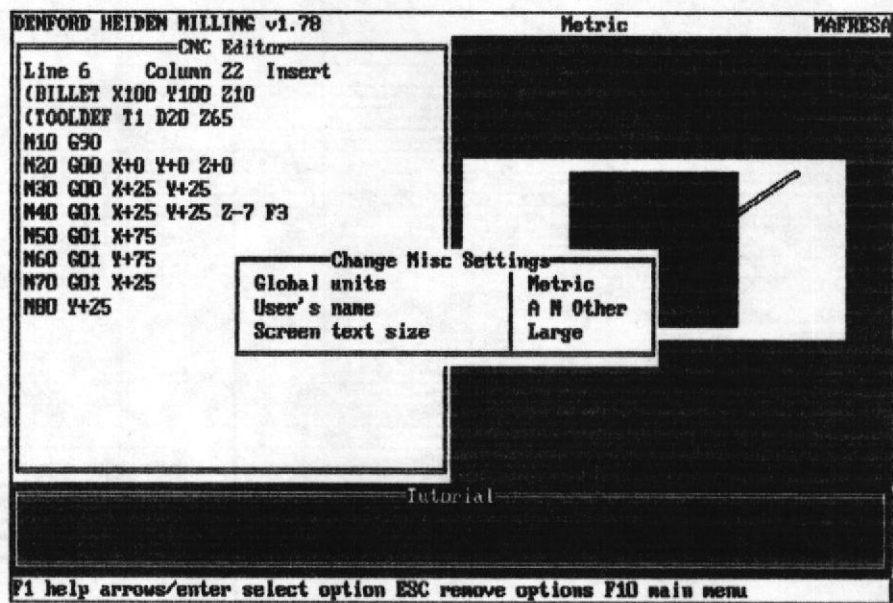
The following information is provided for your information. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose.

Item	Description	Quantity	Unit Price	Total Price
1	...	...	...	...
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...
4	...	...	...	...
5	...	...	...	...
6	...	...	...	...
7	...	...	...	...
8	...	...	...	...
9	...	...	...	...
10	...	...	...	...
11	...	...	...	...
12	...	...	...	...
13	...	...	...	...
14	...	...	...	...
15	...	...	...	...
16	...	...	...	...
17	...	...	...	...
18	...	...	...	...
19	...	...	...	...
20	...	...	...	...
21	...	...	...	...
22	...	...	...	...
23	...	...	...	...
24	...	...	...	...
25	...	...	...	...
26	...	...	...	...
27	...	...	...	...
28	...	...	...	...
29	...	...	...	...
30	...	...	...	...
31	...	...	...	...
32	...	...	...	...
33	...	...	...	...
34	...	...	...	...
35	...	...	...	...
36	...	...	...	...
37	...	...	...	...
38	...	...	...	...
39	...	...	...	...
40	...	...	...	...
41	...	...	...	...
42	...	...	...	...
43	...	...	...	...
44	...	...	...	...
45	...	...	...	...
46	...	...	...	...
47	...	...	...	...
48	...	...	...	...
49	...	...	...	...
50	...	...	...	...

The information is provided for your information. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose.

The information is provided for your information. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose.

The information is provided for your information. The information is for informational purposes only and should not be used for any other purpose.



Ilustr. 21 MICELANEOS

LOAD SETTINGS.- Muchas de las configuraciones para los módulos del Denford pueden ser grabados en discos o en el disco duro si los identificamos con un nombre y la extensión "OPT".

Esta opción es para llamar las configuraciones ya grabadas, y ejecutarlas en el programa en uso. Si se da "ENTER" cuando le pida el nombre del archivo aparecer una lista con los archivos "OPT". Es posible llamar también a un archivo "opt" por su nombre. Mientras no se cambie, el Denford seleccionara el archivo de configuración que lleve el nombre del módulo en uso. Ej: Fanucl.opt, Fanucmd.opt o cualquier otro.



Será posible ver el contenido de los archivos "OPT" solo fuera del Denford usando "TYPE" o un editor como "EDLIN" (pertenecen al "DOS").

Dentro de los archivos "OPT" será posible configurar la edición y simulación de los módulos que se esta usando. En el caso del módulo de simulación de la fresa "Heidenk" es la única forma de configurar ciertas opciones (al parecer tiene una falla el programa).

Los parámetros de configuración son siempre en sistema métrico.

EJEMPLO:

```
UTILS_MENU_1 Dos access
UTILS_GO_1 dos
FANUCLINK_XOFF 50
AUTOERROR 0
LOWSPINDLE 50
HIGHSPINDLE 5000
MOVERANGEX 200
MOVERANGEZ 170
MOVERANGEY 90
MACHINEEXTENTX 300
MACHINEEXTENTZ 190
MACHINEEXTENTY 110
```

BILLETX 40  
BILLETZ 90  
BILLETY 90  
PRINT\_DEVICE 0  
PRINT\_DDEVICE PRN  
PRINT\_BAUD 1200  
PRINT\_PARITY 2  
PRINT\_PROTOCOL 2  
PRINT\_STOPBITS 2  
PRINT\_USELF 1  
PRINT\_FFNULLS 0  
PRINT\_PW 80  
PRINT\_PL 64  
PRINT\_LM 10  
PRINT\_TM 20  
PRINT\_BM 10  
PRINT\_CRNULLS 0  
FANUCLINK\_SDEVICE COM1  
COMPUTER\_SDEVICE COM1  
METRIC 1  
DISPLAYSIZE 1

SAVE SETTINGS.-Esta opción sirve para grabar la configuración del software que se va aplicar al control, después de haberla llamado con "LOAD".

UTILITIES.- Esta opción nos permite salir del Denford

para operar en el Dos. Una vez acabado el trabajo en dos se vuelve al Denford escribiendo "EXIT" y luego dando "ENTER".

QUIT.- Esta opción se toma cuando se quiere salir definitivamente del módulo en que se está trabajando.

### 3.2 MODO SIMULACIÓN (F9)

El programa Denford tiene la particularidad que nos permite simular los procesos de fabricación programados. La simulación del proceso es animada y tiene por objetivo mostrar los errores de sintaxis, ejecutabilidad (los casos en que los tamaños o formas establecidos no van de acuerdo a las capacidades de la máquina), o cuando no está bien elaborado el proceso de fabricación.

Este modo se activa con la función "F9", y consta de varias funciones que tienen que ver con la detección de errores, la configuración de la simulación, y la ejecución misma.

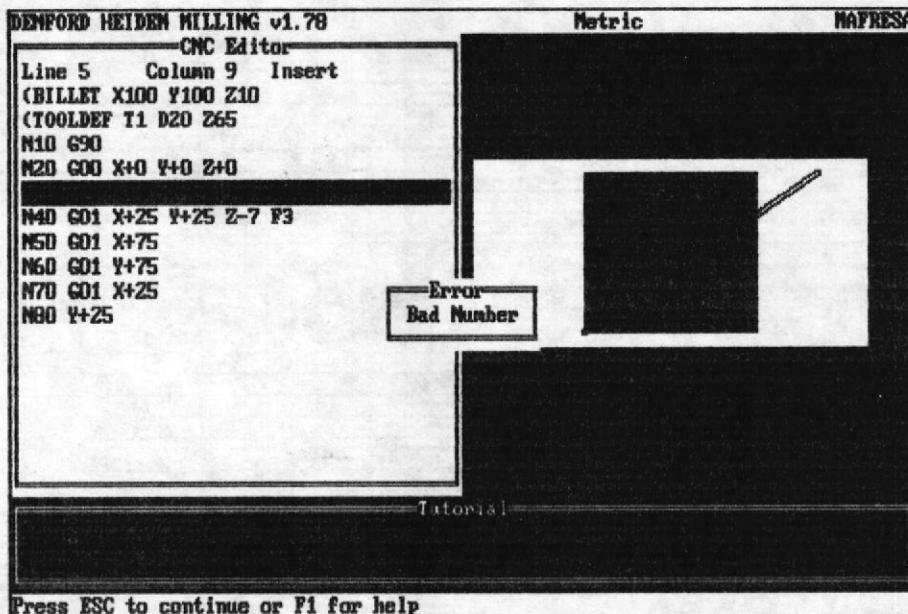
Este modo es el que le da al Denford el carácter de educativo puesto que permite a los aprendices de programación adentrarse en la producción con máquinas CNC.

En la ESPOL la version del Denford con que se cuenta consta de varios módulos de ejecución que solo se dedican al aprendizaje, y no tienen capacidad de control sobre las máquinas herramientas.

**CHECK SYNTAX.**- Esta opción tiene por objetivo chequear la sintaxis del programa en edición, si existe algún error de sintaxis (error en la escritura de los comandos, las variables que se usa y mas) aparecerá remarcada la línea del problema y el error indicado en una ventana en el centro de la pantalla.

La detección se hace desde la primera línea hasta la final, y los errores irán apareciendo uno a la vez, no se podrá saltar un error para continuar la detección. Si se desea salir de la función para editar el error se debe dar "ESC".

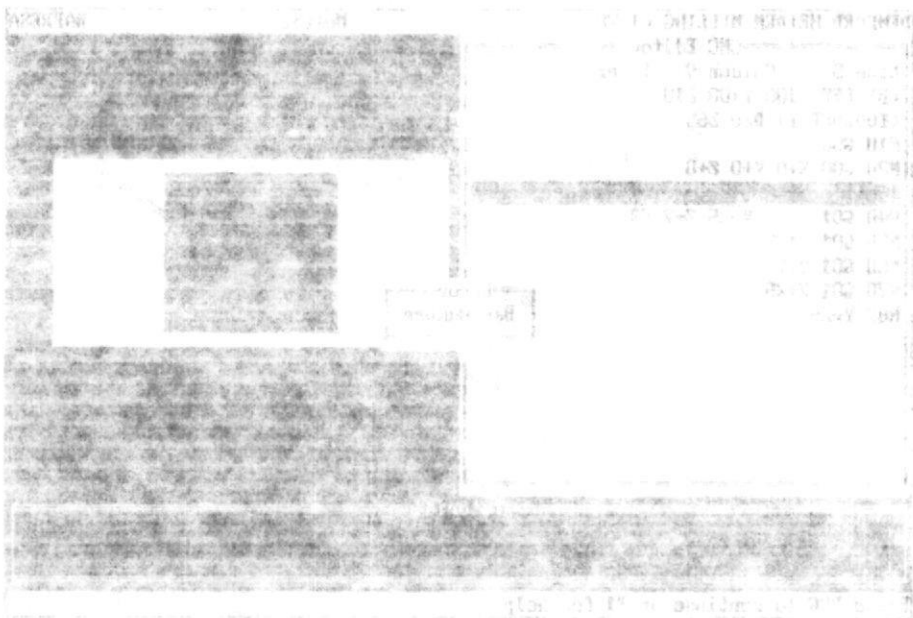
Si su programa no tiene problema de sintaxis aparecer después que la función a terminado su ejecución el mensaje "YOUR CNC PROGRAM ES OK" . Que la función check syntax no haya detectado nada, solo nos garantiza que el programa no tiene error sintácticos, mas esto no significa que el programa es ejecutable, puesto que el proceso programado puede que no sea maquinable.



Ilustr. 22 REVISIÓN DE SINTAXIS

**RUM PROGRAM.**.- Esta función ejecuta la simulación del programa que se tiene en edición; si desea parar la simulación se debe dar "ESC". En caso de existir algún error en la programación, la simulación se detendrá y se indicara el error que existe, en el modo "edit and simulate".

Es posible que se desee la simulación de solo una parte del programa, para esto se debe marcar con un block (resalta en color lo remarcado si su monitor es de color o resalta en oscuro si es blanco y negro) la parte que se desee simular usando las función F7 para comenzar el marcado y F8 para terminarlo. Esta posibilidad de ejecución es solo es factible si es que el programa es ejecutable.



The following information was obtained from the records of the Department of Health and Human Services, Office of the Assistant Secretary for Health, regarding the activities of the National Health and Medical Research Council (NH&MRC) in the area of research on the health effects of ionizing radiation. The information was obtained from a review of the NH&MRC's research program on the health effects of ionizing radiation, which was conducted by the Office of the Assistant Secretary for Health in 1980.

The NH&MRC's research program on the health effects of ionizing radiation is a major component of the Council's overall research program. The program is directed by the Council's Committee on the Health Effects of Ionizing Radiation, which was established in 1971. The Committee's mandate is to coordinate and oversee the Council's research on the health effects of ionizing radiation, and to provide advice to the Council on the basis of the research findings. The Council's research program on the health effects of ionizing radiation is a major component of the Council's overall research program, and is one of the Council's most active areas of research.

**DRY RUN.**- Esta función nos asegura que el programa en edición puede ser ejecutado. Revisa igual que "CHECK SYNTAX", no solo dedicándose a la sintaxis sino al resto de detalles que hacen ejecutable un programa, como son los límites de la máquina y otros.

Si es que el programa tiene un error aparecer la identificación del mismo remarcando con color e indicado el tipo de error en una ventana, como se mostró en la ilustración anterior de "CHECK SYNTAX".

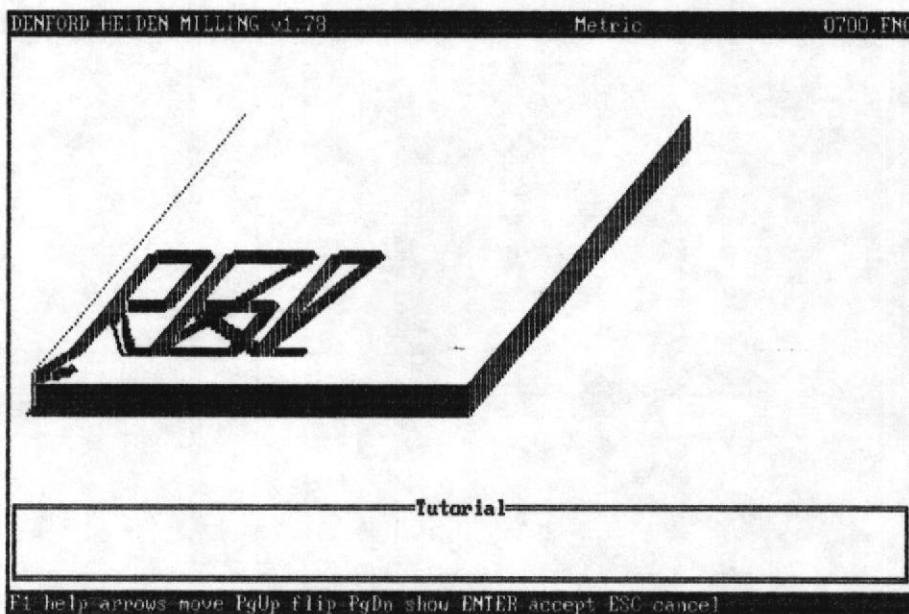
**SET DATUM.**- Esta opción nos permite simular la opción "tool offset" que tiene por objetivo configurar la máquina para el de varias herramientas. Si se toma esta función se debe operar con las flechas.

**SET VIEW.**- Esta función nos permite seleccionar el sector de la simulación que queremos ver. Al operar esta función aparecer en la ventana de simulación un recuadro que tomara una u otra parte de la pieza de trabajo, cada vez que se aplaste la barra espaciadora, las teclas de avance de página o las de inicio y fin de línea. Se deberá seleccionar la parte de se quiera con "ENTER". Se ejecutara el cambio del sector a ver en la simulación, para la próxima ejecución de "RUN PROGRAM".

**3D VIEW.**- Esta opción nos permite ver (si es que se ha simulado en dos dimensiones) en tres dimensiones el resultado de la simulación, con la ventaja de poder especificar cortes de la pieza de trabajo, así como el cambio de la vista frontal por la vista lateral.

Si se toma esta función cambiara la ventana de simulación de dos dimensiones a tres dimensiones, y si es que se desea operar cortes de la pieza, se debe mover la línea de corte (aparece una flecha) con teclas de flechas; en caso de querer cambiar la vista frontal por la lateral se debe usar tecla de avance de página.

A continuación se muestra en las siguientes ilustraciones las capacidades de "3D VIEW".



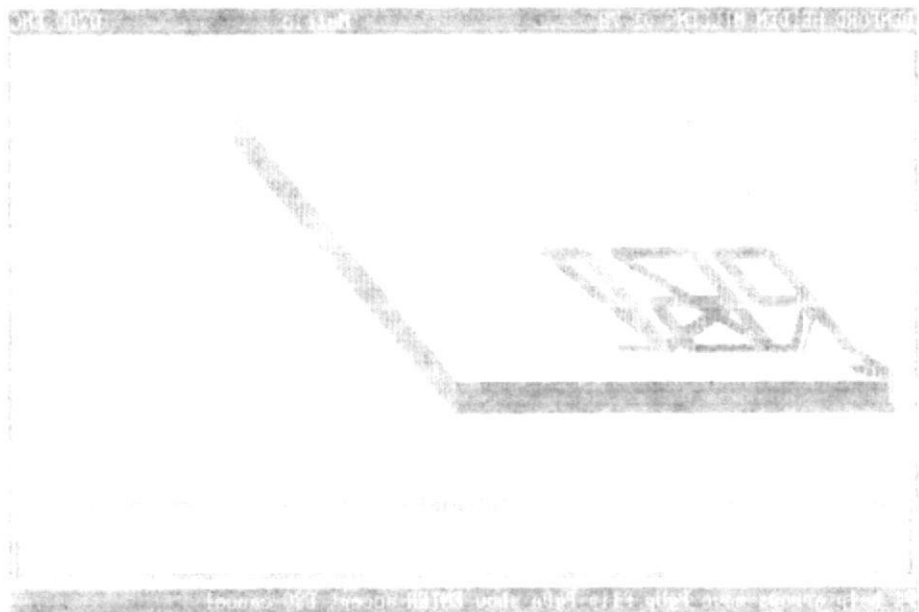
**Ilustr. 23 3 DIMENSIONES (PIEZA TOTAL)**

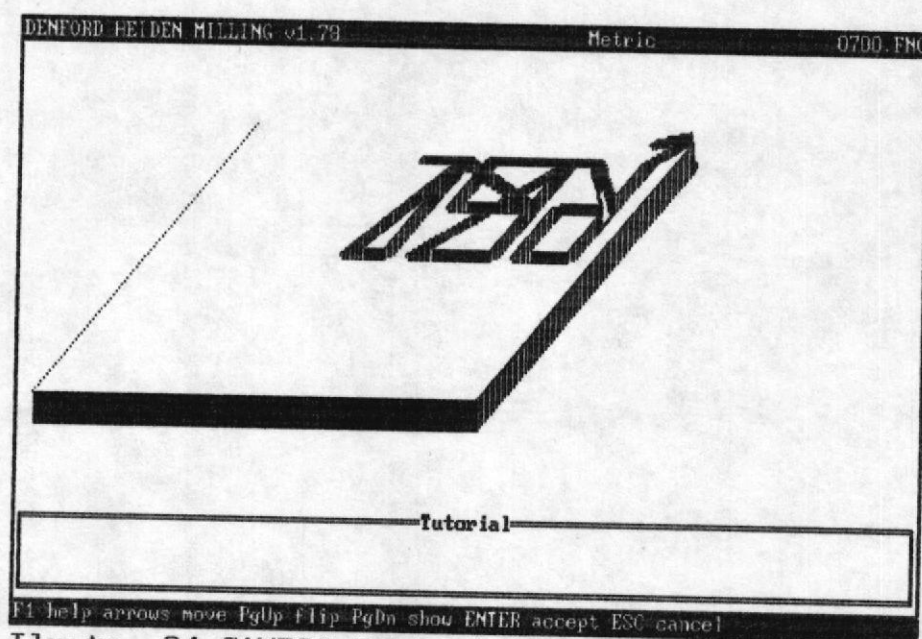
The first part of the paper discusses the importance of the
 research and the objectives of the study. It then proceeds to
 describe the methodology used, including the data collection
 methods and the statistical analysis performed. The results
 of the study are presented in the following section, and the
 conclusions are drawn in the final section.

The study was conducted in a laboratory setting, and the
 data was collected over a period of six months. The
 statistical analysis was performed using the SPSS software
 package. The results of the study are presented in the
 following section, and the conclusions are drawn in the
 final section.

The study was conducted in a laboratory setting, and the
 data was collected over a period of six months. The
 statistical analysis was performed using the SPSS software
 package. The results of the study are presented in the
 following section, and the conclusions are drawn in the
 final section.

The study was conducted in a laboratory setting, and the
 data was collected over a period of six months. The
 statistical analysis was performed using the SPSS software
 package. The results of the study are presented in the
 following section, and the conclusions are drawn in the
 final section.





Ilustr. 24 CAMBIO DE LA VISTA FRONTAL

### 3.3 OTRAS FUNCIONES DEL DENFORD

A continuación se hará la descripción de otras funciones y utilidades que tiene el Denford que sirven para que se haga mas ágil y fácil su uso.

#### 3.3.1 TECLAS DE ACCESO RÁPIDO.-

A continuación se describirán las teclas de las funciones que nos permiten el acceso a la ayuda, información, grabado rápido, llamado de programas rápido y mas.

**F1 (MENU GENERAL DE AYUDAS).**-El Denford tiene como una parte muy útil un extenso menú de ayudas

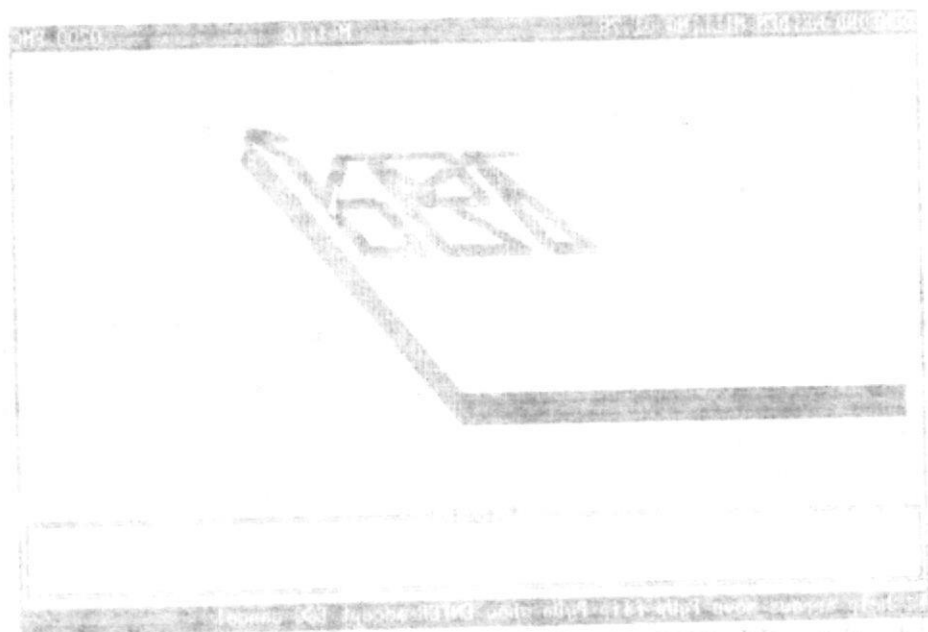


FIG. 1. TECHNICAL DRAWING OF THE PART.

The part is made of steel and is used to support the weight of the machine. It is designed to be mounted on a flat surface and to provide a stable base for the machine. The part is made of a single piece of steel and is welded together at the corners. The part is shown in a perspective view in the technical drawing.

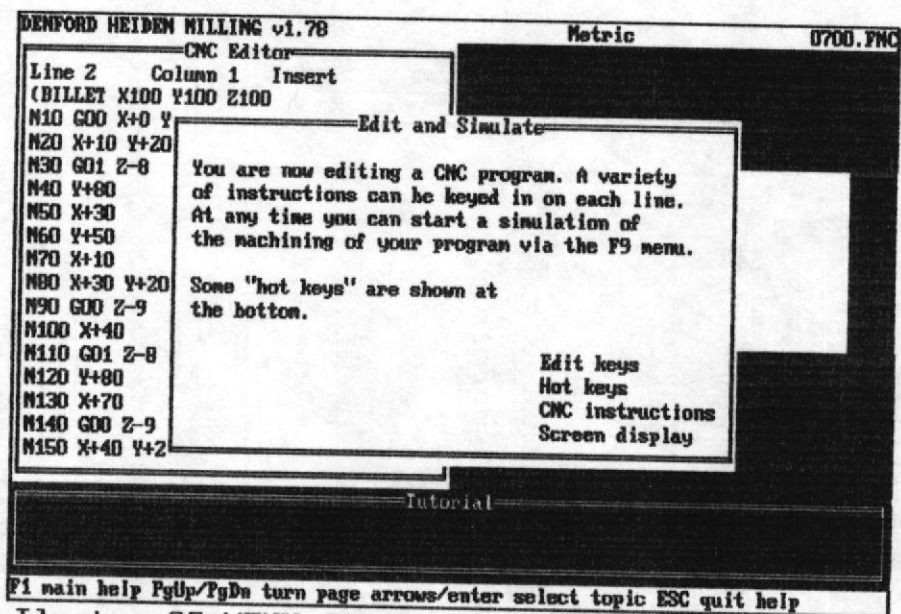
FIG. 2. TECHNICAL DRAWING OF THE PART.

The part is made of steel and is used to support the weight of the machine. It is designed to be mounted on a flat surface and to provide a stable base for the machine. The part is made of a single piece of steel and is welded together at the corners. The part is shown in a perspective view in the technical drawing.

The part is made of steel and is used to support the weight of the machine. It is designed to be mounted on a flat surface and to provide a stable base for the machine. The part is made of a single piece of steel and is welded together at the corners. The part is shown in a perspective view in the technical drawing.

al que se accede por medio de la función F1.

Cuando se toma la función F1 aparecer en pantalla un ventana donde se explica en Inglés la forma de funcionar el menú de ayudas; En la parte inferior derecha aparecen el menú de las diferentes ayudas que existen, que son CNC "edit keys (teclas de edición), hot keys (teclas rápido acceso), CNC instrucciones (códigos G y M), screen display (instrucciones para la pantalla)". A continuación se muestra la forma que adoptara la pantalla al consultar la opción de ayudas.



Ilustr. 25 MENU GENERAL DE AYUDAS

Si se desea consultar cualquiera de estas opciones los que se tiene que hacer es situarse sobre

The following information was obtained from the records of the  
 Department of the Interior, Bureau of Land Management, on the  
 subject of the above-captioned matter. The records show that  
 the land in question was acquired by the United States  
 Government in 1862, and was then conveyed to the State of  
 California in 1850. The land was then conveyed to the  
 State of California in 1850, and was then conveyed to the  
 State of California in 1850.

Section	Acquired by	Conveyed to	Date
1	United States	State of California	1850
2	United States	State of California	1850
3	United States	State of California	1850
4	United States	State of California	1850
5	United States	State of California	1850
6	United States	State of California	1850
7	United States	State of California	1850
8	United States	State of California	1850
9	United States	State of California	1850
10	United States	State of California	1850
11	United States	State of California	1850
12	United States	State of California	1850
13	United States	State of California	1850
14	United States	State of California	1850
15	United States	State of California	1850
16	United States	State of California	1850
17	United States	State of California	1850
18	United States	State of California	1850
19	United States	State of California	1850
20	United States	State of California	1850

The above information was obtained from the records of the  
 Department of the Interior, Bureau of Land Management, on the  
 subject of the above-captioned matter. The records show that  
 the land in question was acquired by the United States  
 Government in 1862, and was then conveyed to the State of  
 California in 1850. The land was then conveyed to the  
 State of California in 1850, and was then conveyed to the  
 State of California in 1850.

la que se desea y dar enter. A continuación aparecer en la misma ventana un menú de términos, si es que el término requerido esta, se debe tomar como se explico anteriormente; en caso de no estar se puede seguir buscando dentro de la lista dando la tecla de avance de página,este procedimiento de avance se puede aplicar hasta lograr ver toda la lista de términos.

Una vez localizado el término que se requiere se procede como anteriormente se explico, a continuación aparecer dentro de la ventana la explicación del término con un ejemplo, si es que el caso lo amerita, si es que existe mas información se deberá recurrir a la tecla de avance de página.

```

DENFORD HEIDEN MILLING v1.78                               Metric                               0700.FNC
-----CNC Editor-----
Line 2 Column 1 Insert
(BILLET X100 Y100 Z100)
N10 G00 X+0 Y
N20 X+10 Y+20
N30 G01 Z-8
N40 Y+80
N50 X+30
N60 Y+50
N70 X+10
N80 X+30 Y+20
N90 G00 Z-9
N100 X+40
N110 G01 Z-8
N120 Y+80
N130 X+70
N140 G00 Z-9
N150 X+40 Y+2

```

G Codes 2 of 4

This is part one of the G code list. PgDn gives part two.

You may select an item with the arrow keys and get help with it by pressing "ENTER".

G00 Fast Traverse
G01 Linear
G02/G03/G05 Arc
G04 Dwell
G06 Tangential Arc
G07 Single Axis
G11 Linear Polar
G12/G13/G15 Arc Polar

Tutorial

F1 main help PgUp/PgDn turn page arrows/enter select topic ESC quit help

Ilustr. 26 AYUDAS-LISTADO DE COMANDOS "G"



```

DENFORD HEIDEN MILLING v1.78                               Metric                               0700.FNC
-----CNC Editor-----
Line 2   Column 1   Insert
(BILLET X100 Y100 Z100)
N10 G00 X+0 Y-----G02/G03/G05 Circular Interpolation
N20 X+10 Y+20
N30 G01 Z-8      G02 moves clockwise.
N40 Y+80        G03 moves counterclockwise.
N50 X+30        G05 moves in the same direction as the last
N60 Y+50        arc to be performed.
N70 X+10
N80 X+30 Y+20   "I" and "J" specify the centre of the arc.
N90 G00 Z-9     "X" and "Y" specify the end point of the arc.
N100 X+40
N110 G01 Z-8    Example: G02 G90 I+5,0 J+25,0 X+10,0 Y+30,0
N120 Y+80
N130 X+70
N140 G00 Z-9
N150 X+40 Y+2
                                                    6 codes
-----Tutorial-----
F1 main help PgUp/PgDn turn page arrows/enter select topic ESC quit help

```

Ilustr. 27 AYUDAS-EXPLICACIÓN DE UN COMANDO

Se muestra en los gráficos anteriores las listas de términos (se deberá escoger el que se desea mas información), y la explicación de uno de los términos.

La ventana de ayudas se montara sobre la pantalla que estamos trabajando, y se saldrá de cada uno de menús con "ESC".

El uso de la opción "F1" (ayudas) no afectara en nada a lo que se este haciendo dentro del programa. La opción "F1" es de gran utilidad para la operación del Denford así como su programación, puesto que tiene una gama muy completa de infor-

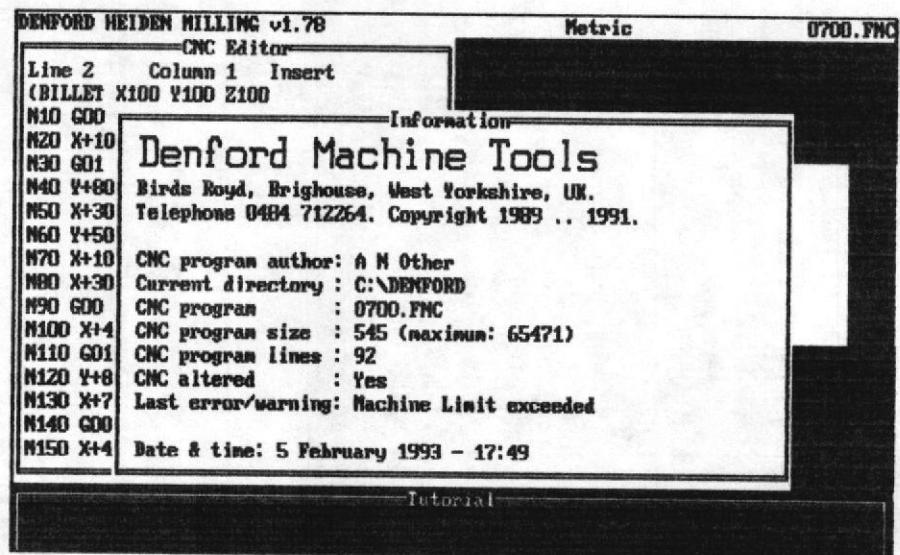


mación que puede ser útil en cualquier instante.

**F2 (GRABADO RÁPIDO).**- Esta función agiliza mucho la opción de grabado de programas "SAVE" que consta en el menú principal "F10" en la parte de "CNC FILES". Opera idéntico que la opción "SAVE" grabando el programa con el nombre con que consta en la edición del instante, y en caso de no tener nombre lo llamará con "NONAME".

**F3 (LLAMADO DE PROGRAMA).**- Al igual que "F2" esta función agiliza la opción "LOAD" que consta en el menú principal "F10" en la parte de "CNC FILES". Opera idéntico que "LOAD", (consultar el uso de "LOAD" en menú principal sección 4.1 , CNC Files).

**F5 (INFORMACIÓN).**- Esta función nos muestra una pantalla con la información del programa, en esta pantalla está el nombre del autor del programa, el directorio, nombre del programa, tamaño del programa, líneas del programa, si el programa ha sido alterado y si existe un error en la operación del Denford, además de la hora y la fecha del momento. A continuación mostramos la pantalla que se verá al usar esta función.



Ilustr. 28 PANTALLA DE INFORMACIÓN

#### CONTROL F1 (INFORMACIÓN DE LOS COMANDOS G & M).-

Esta función es una poderosa arma para ayudarse en la programación de la máquina, puesto que permite con solo ubicarse sobre un comando G ó M , y dando "CONTROL F1 (^F1)" obtener la información que existe sobre este comando en la ayuda del Denford.

**F7 (INICIO DEL REMARCADO).**- Dentro de la simulación es posible marcar una parte del programa en ejecución para que se simule solo esta parte. Este función inicia el marcado. Consultar en "MENU PRINCIPAL-SETTING-MARKING MODE", donde se explica las opciones "DRAG" y "ANCHOR", para operar mejor esta función.

Address	Content
0000	00000000
0001	00000000
0002	00000000
0003	00000000
0004	00000000
0005	00000000
0006	00000000
0007	00000000
0008	00000000
0009	00000000
000A	00000000
000B	00000000
000C	00000000
000D	00000000
000E	00000000
000F	00000000
0010	00000000
0011	00000000
0012	00000000
0013	00000000
0014	00000000
0015	00000000
0016	00000000
0017	00000000
0018	00000000
0019	00000000
001A	00000000
001B	00000000
001C	00000000
001D	00000000
001E	00000000
001F	00000000
0020	00000000
0021	00000000
0022	00000000
0023	00000000
0024	00000000
0025	00000000
0026	00000000
0027	00000000
0028	00000000
0029	00000000
002A	00000000
002B	00000000
002C	00000000
002D	00000000
002E	00000000
002F	00000000
0030	00000000
0031	00000000
0032	00000000
0033	00000000
0034	00000000
0035	00000000
0036	00000000
0037	00000000
0038	00000000
0039	00000000
003A	00000000
003B	00000000
003C	00000000
003D	00000000
003E	00000000
003F	00000000
0040	00000000
0041	00000000
0042	00000000
0043	00000000
0044	00000000
0045	00000000
0046	00000000
0047	00000000
0048	00000000
0049	00000000
004A	00000000
004B	00000000
004C	00000000
004D	00000000
004E	00000000
004F	00000000
0050	00000000
0051	00000000
0052	00000000
0053	00000000
0054	00000000
0055	00000000
0056	00000000
0057	00000000
0058	00000000
0059	00000000
005A	00000000
005B	00000000
005C	00000000
005D	00000000
005E	00000000
005F	00000000
0060	00000000
0061	00000000
0062	00000000
0063	00000000
0064	00000000
0065	00000000
0066	00000000
0067	00000000
0068	00000000
0069	00000000
006A	00000000
006B	00000000
006C	00000000
006D	00000000
006E	00000000
006F	00000000
0070	00000000
0071	00000000
0072	00000000
0073	00000000
0074	00000000
0075	00000000
0076	00000000
0077	00000000
0078	00000000
0079	00000000
007A	00000000
007B	00000000
007C	00000000
007D	00000000
007E	00000000
007F	00000000
0080	00000000
0081	00000000
0082	00000000
0083	00000000
0084	00000000
0085	00000000
0086	00000000
0087	00000000
0088	00000000
0089	00000000
008A	00000000
008B	00000000
008C	00000000
008D	00000000
008E	00000000
008F	00000000
0090	00000000
0091	00000000
0092	00000000
0093	00000000
0094	00000000
0095	00000000
0096	00000000
0097	00000000
0098	00000000
0099	00000000
009A	00000000
009B	00000000
009C	00000000
009D	00000000
009E	00000000
009F	00000000
00A0	00000000
00A1	00000000
00A2	00000000
00A3	00000000
00A4	00000000
00A5	00000000
00A6	00000000
00A7	00000000
00A8	00000000
00A9	00000000
00AA	00000000
00AB	00000000
00AC	00000000
00AD	00000000
00AE	00000000
00AF	00000000
00B0	00000000
00B1	00000000
00B2	00000000
00B3	00000000
00B4	00000000
00B5	00000000
00B6	00000000
00B7	00000000
00B8	00000000
00B9	00000000
00BA	00000000
00BB	00000000
00BC	00000000
00BD	00000000
00BE	00000000
00BF	00000000
00C0	00000000
00C1	00000000
00C2	00000000
00C3	00000000
00C4	00000000
00C5	00000000
00C6	00000000
00C7	00000000
00C8	00000000
00C9	00000000
00CA	00000000
00CB	00000000
00CC	00000000
00CD	00000000
00CE	00000000
00CF	00000000
00D0	00000000
00D1	00000000
00D2	00000000
00D3	00000000
00D4	00000000
00D5	00000000
00D6	00000000
00D7	00000000
00D8	00000000
00D9	00000000
00DA	00000000
00DB	00000000
00DC	00000000
00DD	00000000
00DE	00000000
00DF	00000000
00E0	00000000
00E1	00000000
00E2	00000000
00E3	00000000
00E4	00000000
00E5	00000000
00E6	00000000
00E7	00000000
00E8	00000000
00E9	00000000
00EA	00000000
00EB	00000000
00EC	00000000
00ED	00000000
00EE	00000000
00EF	00000000
00F0	00000000
00F1	00000000
00F2	00000000
00F3	00000000
00F4	00000000
00F5	00000000
00F6	00000000
00F7	00000000
00F8	00000000
00F9	00000000
00FA	00000000
00FB	00000000
00FC	00000000
00FD	00000000
00FE	00000000
00FF	00000000

Figure 10: Memory dump of the program.

CONTROL BY (INFORMATION DE LOS COMANDOS M & M) ...

BY (INICIO DEL PROGRAMA) ...

**F8 (FIN DEL REMARCADO).**- Termina el remarcado del programa.

### **3.3.2 TECLAS MAS USADAS EN LA OPERACIÓN DEL DENFORD.-**

Dentro del Denford además de las funciones que antes se ha explicado en este capítulo, se usa otras teclas para la adecuada operación del programa.

A continuación se explicaran las funciones que se usan con teclado y las que se usan con "DESK-TOP" <sup>(1)</sup> (tablero de control) que son diferentes a las de teclado.

#### **TECLADO**

ALT-E.- Regresa al editor

ALT\_Q.- Sale rápidamente del módulo en donde se este operando

ALT-D.- Borra el área remarcada

ALT-M.- Mueve el área remarcada a la posición del cursor

ALT-C.- Copia el área remarcada a la posición del cursor

Crt-Y.- Borra toda una línea

---

<sup>1</sup> Si desea conocer mas de los tableros de control (DESK-TOP TUTOR) consulte en el capítulo II en "Harware" sección 2.2 .

- Crt-N.- Inserta una línea en blanco
- Crt-R.- Regresa una línea borrada si es que usted no se ha movido de esa línea aun.
- Crt-PG UP (a la página de arriba).- Mueve el cursor a la primera línea del programa
- Crt-PG DN (a la página de abajo).- Mueve el cursor a la última línea del programa
- PG UP (a la página de arriba).- Mueve el cursor al comienzo de la página del programa en edición. Se usa para seleccionar ciertas opción en algunos casos o para pedir mas información en la ayuda. La última indicacion se extiende a PG DN.
- PG DN (a la página de abajo).- Mueve el cursor al final de la página del programa en edición.
- END.- Mueve el cursor al final de la línea donde se encuentra.
- HOME.- Mueve el cursor a comienzo de la línea donde se encuentra.
- INS.- Coloca la edición en el modo sobre escribir o insertar, como se desee.
- Backarrow (flecha para borrar).- borra el carácter a la izquierda del cursor.
- Flechas.- mueve el cursor a lugar adecuado, se usa también para seleccionar en ciertos

casos.

ESC.- Se usa para escapar de las opciones

Símbolos que se usa en la programación para dar mensajes u ordenes.

! .- Este símbolo se usa para hacer aparecer en la pantalla de tutorial<sup>2</sup> alguna instrucción, se debe colocar delante del comentario que se quiera hacer aparecer. El comentario se escribe dentro del programa. ejemplo "!uso la herramienta 2"

? .- Este símbolo produce una pausa cuando es leído en la simulación, y para continuar la pausa se debe dar "ENTER". Aparecerá además en la ventana del tutorial el comentario que se adjunta a la derecha del signo. Por ejemplo "?revise la posición "

( .- Se usa para indicar un comentario dentro del programa sin que sea tomado en cuenta dentro de la programación. Por ejemplo "(Tool N-6 8mm"

---

<sup>2</sup>.- Pantalla del tutorial.- Es la ventana que aparece en la parte inferior de la pantalla bajo las ventanas de simulación y edición.

## TABLERO DE CONTROL

La edición de los programas es parecida que con teclado, la diferencia esta en que las mismas teclas de las letras nos sirven para dar las dimensiones(números), pero no hay que preocuparse porque el sistema adoptara la función, letra o número, que le corresponda en cada caso. Se deberá cerrar toda línea con fin de bloque "EOB", que es un punto y coma.

A diferencia de los teclados no tienen la tecla "ALT" ni "CONTROL" por lo tanto ninguna de estas opciones es posible. Si se desea eliminar o agregar una línea se deberá usar las teclas "Delete", "insert" y "EOB" (enter).

Las funciones F1,F2,... son iguales con el detalle de que no se puede aplicar el marcado de los programas, funciones F7, F8.

En caso de querer salir del programa no existe la tecla "ESC" y se usa en su lugar "RESET" o "CANCEL".

POS.GRAPH.- puede ser usada para pasar de la pantalla entre las diferentes pantalla que exis-

ten: simulación, edición, simulación edición y control.

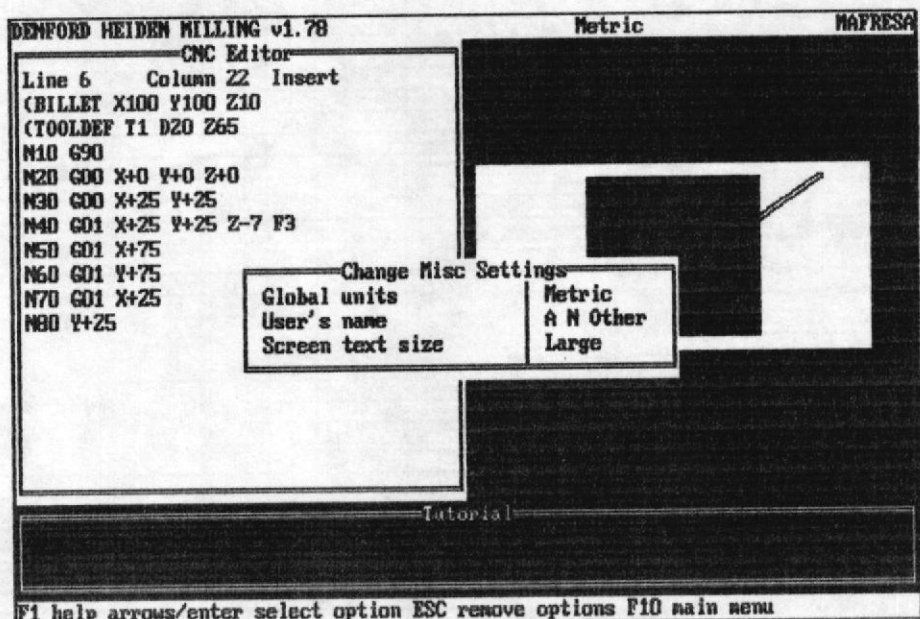
Dentro de la las teclas para editar los programas existen unas flechas que se usan para dar indicaciones cuando se esta dentro del menú principal. Las flechas de avance de cursor y avance de página se usan muy parecido a las de teclado.

**3.3.3 PANTALLA DEL DENFORD.-** A continuación una explicación de la información que indica el Denford en su pantalla.

Se ha presentado la pantalla de edición y simulación por ser la mas común en uso, además de contener la información de las ventanas se simulación y edición solas.

Se puede dividir a la pantalla del Denford en tres ventanas: La ventana de simulación, la ventana de edición, y la ventana de tutorial.

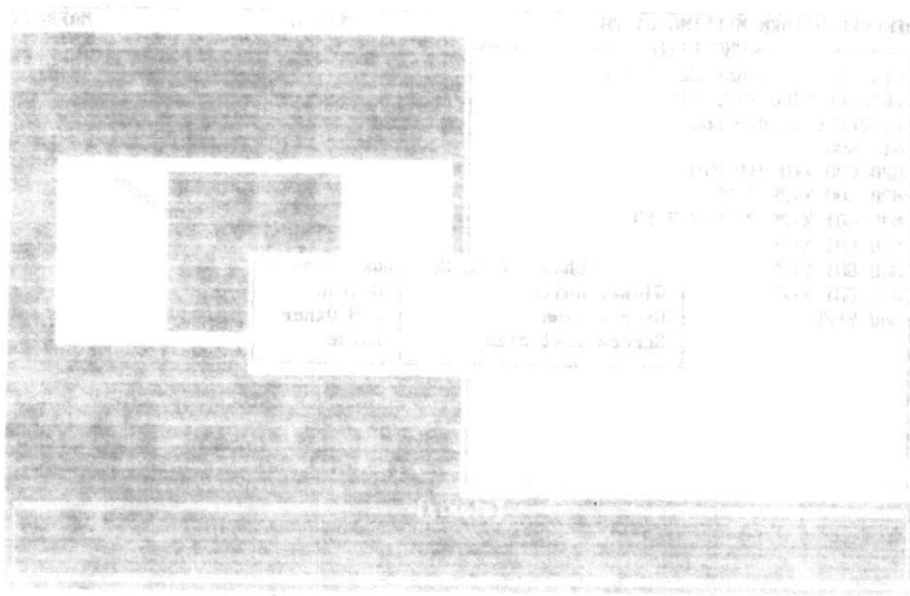
Además de las ventanas aparece dos líneas con información en la parte superior e inferior de la pantalla.



Ilustr. 29 INFORMACIÓN DE PANTALLA

La ventana del editor que se muestra en la ilustración aparece a la izquierda, y es donde se escriben y corrigen los programas. En la parte superior de la ventana tiene su nombre (editor) y en la línea que continua indica: la línea y columna en que se encuentra el cursor, mas a la derecha se indica en que modo de escritura que esta "INSERTAR" o "SOBRESERIBIR".

La ventana de simulación que es donde se simulan los procesos programados en el editor, indica también su nombre en la parte superior de la ventana, y en la parte inferior si es que la simulación es en dos dimensiones, las coordenadas en que se mueve la herramienta.



The table and diagram above show the results of the experiment.

La ventana del tutorial se encuentra en la parte inferior de la pantalla, debajo de las ventanas de simulación y edición cubriendo todo lo ancho de la pantalla. Su función es mostrar los mensajes que se han editado en la programación para que sirvan de ayuda a el correcto uso de los programas.

Se ha de recordar que para que un mensaje aparezca en la ventana del tutor, se debe escribir en la programación precedido de los signos "!" ó "?" para que aparezca o para que aparezca y detenga la simulación hasta dar enter, respectivamente.

Además de las ventanas están las líneas superior e inferior que contienen información. La línea superior indica a la izquierda: El nombre del programa (Denford), el módulo en que se esta trabajando (Fanuc, Heidenk,..), la máquina herramienta en que se esta trabajando (Fresa o Torno), y la version de programa en uso (v1.0a,v1.0b....). En la parte central se indica el sistema de medida en uso (Métrico o Inglés). Y en la parte derecha el nombre del programa.

En la línea inferior de la pantalla aparecerán una serie de mensaje con las posibilidades que tiene uno para operar el programa o en caso de problema ciertos mensajes de recomendación para salir de la dificultad.

## CAPÍTULO IV

### PROGRAMACIÓN DE LAS MÁQUINAS CNC

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

El siguiente capítulo tiene como objetivo explicar los comandos para la programación de la fresadora CNC, en el caso del torno los comandos son parecidos, se indicara todos los comandos que existen en el módulo de control de la fresadora.

El objetivo de la programación en control numérico es la de llevar a cabo la producción de una pieza. La programación se lleva a cabo por medio de bloques de sentencias que indican a la máquina lo que debe ejecutar según los comandos que ella dispone. Los comandos de programación o sentencias consisten de una letra que indican el tipo de comando que es, seguida de números que especifican.

Los comandos pueden ir precedidos de ceros el controlador lo interpretara igual, siempre y cuando no sea colocada la coma decimal, por ejemplo:

- N10 es igual N010 ó N0010
- G1 es igual a G01

Se puede programar usando valores negativos para las especificaciones de cantidades de desplazamiento, más no para los comandos de control puesto que estos solo tienen definiciones positivas.

#### **4.2. COMANDOS DE PROGRAMACIÓN**

Como se indico con anterioridad la programación en CNC consiste de letras acompañadas por números, a continuación se dará una definición de los comandos que existen para llevar a cabo esta programación.

La letras que se usan en los comandos son: N, G, X, U, Y, V, Z, W, I, K, F, S, T, M. Cada una se usa para dar una orden determinada y en lo posible deben ser usadas en el orden anterior cuando se escriba los bloque, aunque no es indispensable.

A continuación se dará la explicación de los comandos y su utilización; mientras que la elaboración de los programas se indicara en el próximo capítulo.

##### **O : NÚMERO DEL PROGRAMA**

Se usa para indicar el número del programa y se debe colocar dos puntos y un número de cuatro dígitos. Se

deberá colocar de preferencia al comienzo del programa. Solo se puede usar números porque en los DESKTOP, que se usan para control no hay letras. Esta instrucción no significa que se grabara el programa con este nombre.

Ejemplo:

```
:9954      }INDICACIÓN DEL NÚMERO DEL PROGRAMA  
N10 G21   } SIGUE LA PROGRAMACIÓN.
```

#### **N : NÚMERO DE SECUENCIA**

Se usa solo para nombrar cada bloque del programa con un número, y consiste en colocar la "N" seguida de un número de hasta cuatro dígitos. El objetivo de este comando es solo ayudar a ordenar el programa, y no tiene ninguna influencia en la ejecución mismo. Puede ser excluido si así se desea. Se puede usar orden ascendente o descendente, con incrementos de acuerdo al gusto del programador, es común que los incrementos sean de diez en diez por cuanto permite la intercalación de nuevos bloques. Es posible incluso repetir una serie de numeración en el caso que se desee o cambiar el orden ya establecido. Se usa para indicar la iniciación de una repetición con el comando M99.

Ejemplo:

:0200

N10 G21

[BILLET X105 Y100 Z20

N15 G40 G49 G80

### **X, Y, Z : COORDENADAS EN LAS QUE SE MUEVE LA MÁQUINA**

La fresadora CNC a igual que cualquier fresadora convencional tiene tres grados de libertad, es decir movimientos en cualquiera de los ejes. Los comandos "X, Y, Z" seguidos de una cifra indicaran el movimiento que se desea en el eje especificado. Se puede considerar estos comandos como complementarios en la programación puesto que ayudan a definir los movimientos indicados por los comandos preparatorios "G".

Como se menciona anteriormente se puede programar estos comandos con cifras positivas o negativas, según se quiera ir en uno u otro sentido (se indicara más adelante a que nos referimos con los sentidos de desplazamiento). Se puede usar cifras con una precisión de hasta "cinco milésima de milímetro" para la indicación de desplazamiento. Al colocar las cantidades de desplazamiento se debe tener muy en cuenta los límites de la máquina.

La programación de los movimientos de la máquina se hacen considerando que lo que se mueve es la herramienta de la fresadora, aunque esto no sea cierto en la realidad, puesto que la mesa de la fresadora es lo que se desplaza.

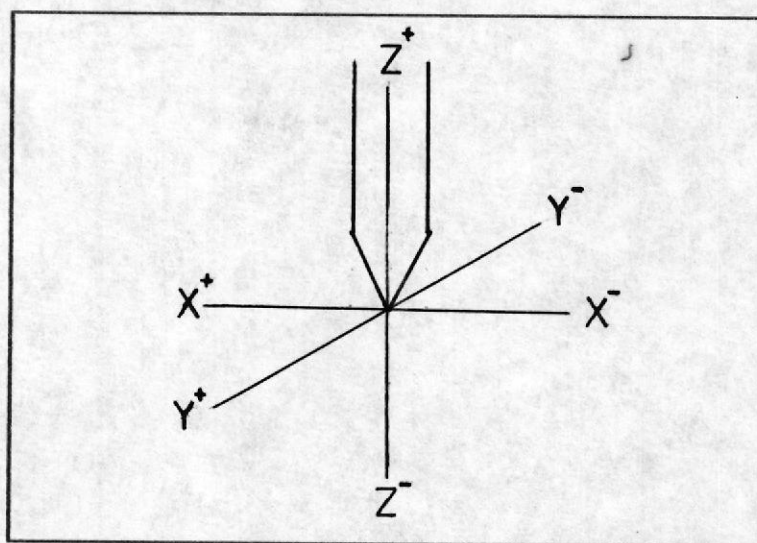
Ejemplo:

```
N30 G00 X0 Y20 Z10
```

```
N40 M03 S500
```

```
N50 G01 X10 Y20 Z30
```

Se muestra a continuación las direcciones positivas y negativas del desplazamiento de la herramienta.



Ilustr. 30 DIRECCIONES EN QUE SE PUEDE DESPLAZAR LA HERRAMIENTA EN LA FRESADORA

## I, J : COORDENADAS INCREMENTALES

La programación de máquinas herramientas permite entre sus características programar los movimientos de la herramienta en base al último punto programado, tomando a este como cero, cuando se toma este tipo de referencia se dice que se está programando incrementalmente.

Los comandos "I, J" son para indicar los movimientos en los ejes "X, Y" en incremental. También se puede tomar el sentido positivo y negativo como en los comandos "X, Y". Se los considera también comandos complementarios puesto que ayudan a definir los movimientos en los comandos "G". Tienen la misma precisión que los comandos "X, Y", es decir cinco milésimas de milímetro.

Ejemplo:

```
N10 G00 X10 Y20 Z10
```

```
N15 M03 S500
```

```
N20 G01 Z5
```

```
N30 G02 X10 Y20 I20 J30 } SE HA INDICADO UN CUARTO DE  
DONDE "X, Y" SON FINAL Y "I,  
J" SON EL CENTRO EN COORDE-  
NADAS INCREMENTALES, CON
```

RESPECTO A PUNTO INICIAL  
"X10,Y20"

**R : RADIO, NIVEL DE REFERENCIA.**

Tiene dos funciones principales se usa para indicar el radio en los comandos "G02, G03" y como nivel de referencia en los comandos de ciclo fijo como "G73,G84" y mas. Se considera una comando complementario porque funciona con los comandos "G". Tiene la misma precisión que todos los comandos de posición, cinco milésimas de milímetro.

Ejemplo:

```
N10 G00 X10 Y10 Z10
N30 G92 Y0 X0 Z10
N35 M03 S500
N40 G01 Z-10
N50 G02 X30 Y10 R20 } CÍRCULO DE RADIO 20 MILÍMETROS
N60 Z20
N60 G73 X40 Y50 Z-5 Q0.3 R1 K1 } LA HERRAMIENTA
      SUBIRÁ AL NIVEL DE REFERENCIA
      "R" QUE ESTA A UN MILÍMETRO
      SOBRE EL CERO DE REFERENCIA
```

## T : HERRAMIENTAS

Las máquinas herramientas en la actualidad tienen la ventaja de permitir el cambio automático de la herramientas, en el caso de la fresadora de la ESPOL tiene la posibilidad de cambiar de entre 6 herramientas.

La instrucción "T" se usa para llamar o nombrar las herramientas de la máquina con la que queremos operar, además de activar la compensación. Los primeros dos dígitos indican el número de herramienta en la torreta de herramientas, y el tercero y cuarto dígito es para activar un par de configuración (01-16) que permite al programador indicar el desgaste de la herramienta, desviaciones longitudinales, y deflexión de la herramienta. El par de "offset" consiste de un dígito para la compensación en "X" y otro para la compensación en "Z". Estos valores son basados en la distancia incremental con signo desde la punta de la herramienta al punto de referencia de la torre porta herramienta. Para los datos de X el valor es el doble (diámetro). Si se coloca el "00" como tercer y cuarto dígito se cancela el "tool offset".

Ejemplo:

```
N10 M06 T0101 }          INDICA EL USO DE LA HERRA-  
                    MIENTA CON EL PAR DE COMPENSA-  
                    CIÓN 01
```

### **S : VELOCIDAD DE ROTACIÓN DE LA HERRAMIENTAS**

La fresadora tiene un motor con una potencia fija que activa el movimiento de la fresa, esta potencia no debe excederse y por tanto se debe escoger un torque y velocidad adecuada para no sobrepasar el límite del motor. Este comando nos permite indicar a control la velocidad que deseamos para cada operación. Es también un comando complementario.

Ejemplo:

```
N10 G00 X10 Y10 Z20  
N20 M03 S500 } SE INDICA UNA VELOCIDAD DE 500 RPM  
N30 G01 Z-5  
N40 X30 S300 } SE INDICA UNA VELOCIDAD DE 300 RPM
```

### **F : VELOCIDAD DE AVANCE**

La cantidad de material que la fresa va arrancando

esta en directa relación con la velocidad que avanza la fresa y la velocidad con que gira; este comando nos permite especificar la velocidad de avance de la fresa. Las velocidades de avance están por configuración inicial en milímetros por minuto o pulgadas por minuto según se este trabajando en sistema internacional o Inglés, si se desea cambiar estos valores a pies por minuto, pies por revolución o viceversa se debe tomar los comando "G94, G95" en la fresa o "G98, G99" en el torno respectivamente.

Ejemplo:

```
N10 G00 X10 Y20 Z30
```

```
N20 G01 Z10 F100
```

#### **Q : ESPESOR DE CORTE**

Este comando aparece solo en los ciclos fijos e indica la cantidad que se desea taladrar por entrada de la broca. Aparecer en ciclos como "G73, G74, G83 y más".

Ejemplo:

```
N10 G00 X10 Y10 Z20
```

```
N20 G73 X20 Y20 Z5 Q0.3 R1 K1 } POR CADA ENTRADA
```

CORTA 0.3 MILÍMETROS

**K : NÚMERO DE REPETICIONES**

Se usa solo en los ciclos fijos e indica en número de veces que queremos que se repita la operación que ordena el ciclo. En caso de encontrarnos en modo incremental, indicara el número de perforaciones que se realizaran. Dentro de la configuración inicial de los ciclos fijos el valor de "K" es uno, si es que no se coloca la instrucción "K" en el ciclo se interpretara que se debe repetir solo una vez, por configuración inicial.

Ejemplo:

N10 G00 X10 Y10 Z10

N20 G92 X0 Y0 Z10

N30 G73 X20 Y20 Z-5 Q0.3 R1 K } INDICA QUE REALIZARA  
EL CICLO PROGRAMADO 3 VECES  
(EN EL MISMO LUGAR)

N40 G91

N50 G73 X20 Y20 Z-5 Q0.3 R1 K3 }INDICA QUE REALIZARA  
EL CICLO PROGRAMADO 3 VECES  
DISTANTES UNO DEL OTRO "  
X20,Y20 " (HARÁ TRES AGUJEROS)

## **P : TIEMPO EN MILISEGUNDOS**

Esta instrucción se usa como comando complementario en los ciclos fijos para indicar el tiempo que debe mantenerse la herramienta en el fondo de los agujero girando, para completar adecuadamente el agujero y retirar los restos de material que existan. Se indican en milisegundos

Ejemplo:

G82 XO YO Z-3 P500 R0 K3 } INDICA QUE PERMANECERÁ LA  
HERRAMIENTA EN EL FONDO DEL  
AGUJERO GIRANDO MEDIO SEGUNDO

## **G : COMANDOS DE PREPARACIÓN**

Estos comandos indican al control la ejecución de una operación determinada, van acompañados de comandos complementarios que especifican los detalles de la operación, como la posición, la velocidad de corte, el número de repeticiones y mas. Son los de mas importancia en la programación. Consisten de la letra "G" seguida de dos cifras. Están divididos en grupos, según el tipo de operación que indican.

No se puede usar dos comandos del mismo grupo en un bloque, mientras que comandos de diferente grupo si se pueden programara en un mismo bloque.

Ejemplo:

```
N500 G00 G40 G90 } SON DE DIFERENTE GRUPOS ES VÁLIDO
N60 G01 G00 X10 Y60 Z70 } SON DEL MISMO GRUPO NO ES
VÁLIDO
```

Si se ha especificado un comando en un bloque determinado, se mantendrá activa la orden hasta que se coloque otro comando del mismo grupo.

Se dará a continuación las especificaciones de los comandos existente para la fresadora en el módulo controlador "FANUCMD", además se indicara el grupo a que pertenecen en el paréntesis del encabezamiento.

G00 : MOVIMIENTO TRANSVERSAL RÁPIDO (1)

Este comando se usa para mover la herramienta a una posición determinada rápidamente, utiliza la máxima velocidad de la máquina y debe ser usado con cuidado para evitar choques de la herramienta. Se debe recordar que la máquina en este tipo de movimiento no se mueve solo a través de las direcciones de los ejes

sino que lo hace tambien inclinado.

Ejemplo:

```
N10 G00 X10 Y20 Z30 } MOVERÁ RÁPIDAMENTE LA HERRA  
MIENTA DESDE EL PUNTO QUE SE  
ENCUENTRE A LA POSICIÓN X10  
Y20 Z30.
```

G01 : INTERPOLACIÓN LINEAL (1)

Este comando se usa para cortar la pieza, e instruye a la máquina para que se desplace a la herramienta en trayectorias rectilneas. Consiste de comando "G01" seguido del punto final "X, Y, Z" al que se desea llegar, es posible además especificar velocidades de avance y rotación específicas para la fresa, en caso de no hacerlo se tomaran las que están configuradas en la pantalla de control. Es probablemente el comando mas usado en la programación de máquinas CNC.

Ejemplo:

```
N10 G00 X10 Y10 Z10  
N20 G92 X0 Y0 Z10  
N30 G01 Z-10 } SE ENTRA EN EL COMANDO G01 Y SE VA  
DANDO LAS TRAYECTORIA QUE SE
```

## DESEA

N40 X20 Y30

N50 X40 Y60

N60 G00 Z10

G02 : INTERPOLACIÓN CIRCULAR EN EL SENTIDO DE LA  
MANECILLAS DEL RELOJ (1)

Este comando se usa para cortar la pieza, dando trayectorias circulares en el sentido de las manecillas del reloj. En el controlador "FANUCMD" las trayectorias circulares solo son posibles en el plano "XY", y no así en el plano "XZ" o "YZ".

Las trayectorias descritas no necesariamente tienen que ser círculos completos, pueden ser segmentos de los mismos. Es posible especificar velocidades de giro de la herramienta y de avance. Las especificaciones para el corte pueden ser de dos maneras:

1.-Dando el punto final del arco y el radio del mismo (el último punto programado será tomado como inicial del arco). Es posible colocar radios positivos y negativos, el radio positivo indica que debe ejecutarse el arco mas corto y el negativo el mas largo. A continuación se da un ejemplo.

2.-Dando el punto final del arco y el centro en coordenadas relativas al punto de inicio "I, J" (incremental). Se considera el último punto especificado como inicial del arco.

Ejemplo:

```
[BILLET X150 Y100 Z10
```

```
[TOOLDEF T1 D10 Z10
```

```
[STEP
```

```
N10 G00 X50 Y50 Z100
```

```
G92 X0 Y0 Z100
```

```
N15 G01 Z-5
```

```
N20 X20 Y0
```

```
N30 G02 X30 Y10 R10 } PUNTO FINAL Y RADIO POSITIVO
```

```
N40 X40 Y0 R-10 } PUNTO FINA Y RADIO NEGATIVO
```

```
N50 G01 X70 Y0
```

```
N60 X70 Y20
```

```
N70 G02 X80 Y10 I10 J0 } PUNTO FINAL Y EL CENTRO
```

```
N90 G00 Z10
```

G03 : INTERPOLACIÓN CIRCULAR EN SENTIDO CONTRARIO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ (1)

Función exactamente igual que "G02" con la única diferencia que la trayectoria circular que describe es en sentido contrario a las manecillas del reloj

G04 : PAUSA (0)

Este comando nos permite especificar una pausa dentro de la ejecución de la producción, para labores como control de medidas, cambios de herramientas, limpieza, etc. El comando funciona de manera que se coloca "G04" y "X" seguida del tiempo en segundo que se requiere. A continuación un ejemplo.

N10 G00 X10 Y20 Z10

N20 G04 X30 } NOS PERMITE DA 30 SEGUNDOS PARA VERIFI  
CAR LA POSICIÓN ANTES DE TO-  
MARLA COMO PUNTO DE REFERENCIA

N30 G92 X0 Y0 Z10

G20 : MEDIDAS EN PULGADAS (6)

La programación en CNC (En nuestro caso el programa Denford) puede realizarse en pulgadas y milímetros según se desee, este comando indica que las medidas posteriores a él, serán en pulgadas y como tales deben ser interpretadas por el control. Que se interprete correctamente las medidas del programa no significa que las medidas que aparecerán en la pantalla de control serán en pulgadas; si se desea que las medidas se vean en pulgadas se debe configurar en "F10-SETTINGS-MISCELANEOUS"

Ejemplo:

:00100

N10 G20

N20 G0 X1 Y3 Z2

G21 : MEDIDAS EN MILÍMETROS (6)

Funciona igual que "G20", con la diferencia que configura las medidas en milímetros. El programa denford al arrancar esta siempre configurado en milímetros.

G28 : PUNTO DE REFERENCIA (0)

Este comando nos permite indicar a la máquina que se dirija a un punto de referencia. Dentro de la máquina herramienta existe ya establecido un punto de referencia, este punto de referencia puede ser cambiado con G28.

El comando "G28" acompañado de unas coordenadas indicara a la máquina que debe dirigirse a las coordenadas señaladas, y luego al punto de referencia de la máquina, en caso de solo colocar "G28" la máquina regresara al último punto de referencia indicado y luego al que tiene la máquina, o solo al de la máqui-

na en caso de no haberse cambiado el punto de referencia.

Se ha de tomar muy en cuenta la referencia que se ponga porque, al regresar lo hace a alta velocidad y es muy posible que se de un choque entre la pieza y herramienta.

N10 G00 X120 Y40 Z20

N20 G92 X0 Y0 Z20

N25 G28 Z30 } SE CAMBIA LA POSICIÓN DE REFERENCIA Y  
SE REALIZA EL MOVIMIENTO

N30 G01 Z-10

N40 X2 Y30

N50 G28 } SE RECORRE A LA POSICIÓN DE REFERENCIA  
ANTES INDICADA Y LUEGO A LA DE  
LA MÁQUINA

G40 : CANCELA COMPENSACIÓN (7)

La trayectoria que se programa para la herramienta considera que esta no tiene diámetro, y por tanto esta en base al centro de la misma. Dentro de las posibilidades que da la programación en Denford esta la compensación, que consiste en la consideración de que la herramienta tiene un diámetro.

Este comando cancela todo tipo de compensación para las herramientas, y es conveniente que se use siempre al comenzar los programas

#### G41 : COMPENSACIÓN A LA IZQUIERDA (7)

Indica que el control debe realizar el recorrido de la trayectoria paralelo y a la izquierda de la trayectoria programada, para que de esta manera tome en cuenta el diámetro de la herramienta.

Ejemplo:

```
N5 G40
N10 G00 X10 Y20 Z20
N20 X20
N30 Y30
N40 G41
N50 Y20
N60 X10
```

#### G42 : COMPENSACIÓN A LA DERECHA (7)

Actual igual que "G41" pero con la compensación a la derecha. El ejemplo anterior pero con la compensación para el otro lado.

Ejemplo:

```
N5 G40
N10 G00 X10 Y20 Z20
N20 X20
N30 Y30
N40 G42
N50 Y20
N60 X10
```

G90 : PROGRAMACIÓN ABSOLUTA (3)

Este comando nos sirve para indicar que se va a trabajar en coordenadas absolutas, es decir coordenadas que tienen como punto de referencia (0,0,0), el cero de la máquina o el indicado con "G92".

G91 : PROGRAMACIÓN INCREMENTAL (3)

Este comando indica que se va a trabajar con coordenadas incrementales, es decir que las coordenadas "X ,Y ,Z" toman como punto de referencia (0,0,0) al último punto programado.

G92 : (SET DATUM) PUNTO DE REFERENCIA (0)

Este comando se usa para especificar el punto de

referencia (normalmente se colocara como referencia el punto "X0,Y0,Z0" , aunque con "G92" se podría colocar cualquier otro punto como referencia). El cambio del punto de referencia "X0,Y0,Z0" de la máquina se lo hace para dar facilidad en la programación de la producción. El comando transforma a las coordenadas "X,Y" que se encuentran después de "G92" en la posición que se indique pero con valor negativo, y resta al último valor de la coordenada "Z" el numero que se coloque en "Z" después de "G92".

Ejemplo:

```
N10 G40 M03 S500
```

```
N20 G00 X100 Y100 Z150
```

```
N30 G92 X10 Y10 } TRANSFORMARA DE AQUÍ EN ADELANTE EL  
PUNTO X100,Y100 (ÚLTIMO PUNTO  
PROGRAMADO) EN X-10,Y-10
```

```
N40 Z100 } RESTARA 100 A LA ÚLTIMA COORDENADA  
"Z" PROGRAMADA Y LA COORDENADA  
"Z" SERÁ AHORA 50
```

\* Si deseamos especificar como cero el punto del caso anterior deberíamos indicar de la siguiente manera.

```
N10 G40 M03 S500
```

```
N20 G00 X100 Y100 Z150
```

N30 G92 X0 Y0 Z150 } EL ÚLTIMO PUNTO INDICADO  
X100,Y100,Z150 SE TRANSFORMARA  
DESDE ESTE MOMENTO EN EL PUNTO  
X0,Y0,Z0

G94 : AVANCE EN PULGADAS O MILÍMETROS POR MINUTO (5)

Este comando se usa para indicar que las velocidades de avance "F" se indicara en pulgadas o milímetros por minuto, según se use unidades inglesas o internacionales (se indica la velocidad por minuto).

G95 : AVANCE POR REVOLUCIÓN (5)

Este comando indica que la velocidad de avance estará dada en función de la velocidad de rotación, se indicara el avance como una fracción de la velocidad de rotación.

Ejemplo:

N10 G95 S1000

N20 G01 X10 Y20 F0.5 } INDICARA QUE LA VELOCIDAD DE  
AVANCE ES 200 (ES DECIR  
1000\*0.5)

G98 : REGRESA AL PUNTO INICIAL DEL CICLO (10)

Este comando se usa en ciclos fijos para indicar que al culminar cada ciclo la herramienta deberá regresar a la última coordenada "Z" en que estuvo (nivel inicial)

G99 : REGRESA AL NIVEL DE REFERENCIA DEL CICLO (10)

Este comando se usa en ciclos fijos para indicar que al culminar cada ciclo la herramienta deberá regresar al nivel de referencia del ciclo.

Ejemplo:

N10 G40 M03 S500

N20 G00 X100 Y70 Z150

N30 G92 X0 Y0 Z150

N40 G90 G00 X20 Y20 Z10

N50 G99 X0 Y0 Z-10 Q0.3 R0 } RETORNA AL NIVEL DE

REFERENCIA DEL CICLO ES DECIR

"Z0"

N60 G98 Z-5 Q0.3 }RETORNA AL ÚLTIMO NIVEL EN QUE SE

ENCONTRÓ LA HERRAMIENTA Z10

## COMANDOS DE CICLO FIJO (9)

Dentro de la programación con Denford para facilitar ciertas operaciones que se repiten con frecuencia, existen comandos que nos permiten realizar todo un proceso con un solo bloque de instrucciones, a este tipo de instrucciones es lo que se llama "CICLO FIJO".

Los ciclos fijos funcionan en base niveles de referencia, el último valor de "Z" antes recurrir a un ciclo fijo será el nivel de referencia desde donde se iniciara y terminará un ciclo.

Al igual que todos los comandos "G" los ciclos fijos se mantiene activos mientras no se coloque otro comando "G" que los desactive, o en su defecto se desactiven con "G80".

En los ciclos fijos es posible especificar velocidades de giro y avance para la herramienta, y esta instrucción puede ser cambiada al cambiar de agujero, aunque se encuentre aun en el mismo ciclo

G73: (PECK DRILLING CYCLE) TALADRADO PROFUNDO (9)

Como su nombre lo indica este ciclo nos sirve para

realizar taladrado. El ciclo opera de manera que permite taladrado de agujeros profundos. Consiste en la perforación del agujero por tramos, es decir entrando y retirando la broca cada cierto tramo, hasta lograr la profundidad deseada, igual al que se usa normalmente en el taladrado; el objetivo de esta operación de entrada y salida es romper y retirar la viruta en el taladrado. Se usa sobre todo con herramientas con dos o mas filos de corte brocas.

Se especifica:

X,Y : Posición donde se va realizar el agujero

Z: Posición del fondo del agujero

Q: Cantidad de taladrado por cada entrada de la broca

R: Posición del nivel de referencia desde donde comienza el taladrado

K: Numero de veces que se repetirá la operación.

Ejemplo:

N10 G40 M03 S500

N20 G00 X80 Y70 Z63.5

N30 G92 X0 Y0 Z63.5

N40 G73 X0 Y0 Z-10 Q.5 R0

N50 X40 Z-5 Q3 } SE ESPECIFICA OTRO AGUJERO A REALI

ZAR CON G73

G74 : (COUNTER TAPPING CYCLE) ROSCADO INTERIOR (9)

Este ciclo fijo tiene como objetivo la realización de roscas en los agujeros; se logra esto porque entra girando en un sentido y sale girando en sentido contrario. La herramienta de roscado no regresa durante el proceso sino que entra hasta el final especificado.

Se especifica:

X,Y: Posición del taladrado

Z: Posición del fondo del taladrado

R: Posición del nivel de referencia desde donde comienza el taladrado

P: tiempo que se mantiene la herramienta en el final del agujero en milésimas de segundo

K: número de repeticiones del ciclo

Ejemplo:

N10 G40 G21

N20 G00 X80 Y70 Z63.5 M03 S1000 F80

N30 G92 X0 Y0 Z63.5

N40 G74 X0 Y0 Z-3 R0 P100 K3

N50 X10 P500 K2 F40

N60 Y10 P100 K3

G76 : (FINE BORING CYCLE) TALADRADO FINO

Existen problemas en la ejecución de este comando y deben ser consultadas a la casa vendedora de el Software. Su objetivo es el ensanchado de agujeros con herramientas de un solo punto de corte.

G80 : (CANCEL CYCLE) TERMINACIÓN DEL CICLO (9)

Nos sirve para cancelar cualquier ciclo fijo. Es recomendable usarlo siempre al comenzar los programas, además de cuando se lo requiera.

G81 : (DRILLING CYCLE, SPOT BORING) TALADRADO (9)

Este comando tiene por objetivo el taladrado de agujeros cortos, como los que se hacen para que se asienten las tuercas o se escondan las cabezas de los pernos. Opera taladrado el agujero directamente, es decir entra desde el nivel de referencia "R" taladrado (velocidad especificada) y sale rápido.

Se debe especificar:

X,Y: Posición del agujero

Z: Posición del fondo del agujero

R: Posición del nivel desde donde comienza el tala-

drado

K: Número de repeticiones de la operación de taladrado en el agujero

Ejemplo:

N10 G40 G28 Z170

N20 G00 X80 Y70 Z150 M03 S500 F80

N30 G92 Z150 Y0 X0

N40 G81 X0 Y0 Z-3 K3 R1

N50 X10 K2 R-1 F40

N60 Y10 K3

N70 G28

G82 : (COUNTER BORING CYCLE) ENSANCHADO DE AGUJEROS  
NO PASANTES (9)

Este ciclo se usa para agrandar los agujeros no pasantes ya hechos. Se parece mucho a "G81", con la diferencia que se tiene el comando "P" para indicar el tiempo que se desea que permanezca en el fondo del agujero girando la herramienta y así retirar basuras y terminar adecuadamente el final del agujero. Se usa con herramientas con un solo punto de corte.

Se especifica:

X,Y : Posición del agujero

Z: Posición del fondo del agujero

P: Tiempo en milisegundos

R: Posición del nivel de referencia desde donde comienza el taladrado

K: Número de repeticiones de la operación

Ejemplo:

N10 G40

N20 G00 X80 Y70 Z100

N30 G92 X0 Y0 Z100

N40 G82 X0 Y0 Z-3 P500 R0 K3

N50 X30 Y20 F40 P700

G83 : (PECK DRILLING CYCLE) TALADRADO (9)

Este ciclo es usado para el taladrado inicial de un agujero. Funciona parecido a un pájaro carpintero taladrando y saliendo rápidamente la misma cantidad que ha taladrado. Se usa sobre todo con herramientas de varios puntos de corte (brocas).

Se debe especificar:

X,Y: Posición del agujero

Z: Posición del fondo del agujero

R: Posición del nivel de referencia desde donde debe taladrar

Q: Espesor taladrado por vez (la herramienta saldrá la misma porción que taladra.)

K: Veces que se repetirá el ciclo

Ejemplo:

N10 G40

N20 G00 X70 Y70 Z150 M03 S500 F80

N30 G92 X0 Y0 Z150

N40 G83 X0 Y0 Z-5 R0 Q1 F10

N50 X10 Q0.5 R-1 F40

N60 Y10 Q2

N70 G00 Z10

G84 : (TAPPING) ROSCADO (9)

Este ciclo se usa para el roscado de agujeros. El ciclo funciona de manera que entra girando en un sentido y sale girando en sentido contrario, siempre a la misma velocidad. En este ciclo es posible especificar el tiempo que la herramienta se quede en el

final del agujero.

Se especifica:

X,Y: Posición del agujero

Z: Posición del final del agujero

R: Nivel de referencia desde donde comienza la operación

P: Tiempo en el final del agujero, en milésimas de segundo

K: Veces que se repetirá el ciclo

Ejemplo:

N10 G40

N20 G00 X80 Y90 Z130 M03 S500 F80

N30 G92 Z130 X0 Y0

N40 G84 X0 Y0 Z-5 R0 P500 F0.1 S100 K2

N50 X10 R-1

N60 G28 Z40

G85 : (BORING CYCLE) ACABADO DE AGUJEROS (9)

Este ciclo se usa para el terminado de agujero. Funciona taladrando a la entrada y a la salida de la herramienta, siempre girando en el mismo sentido.

Se debe especificar:

X,Y: Posición del agujero

Z: Posición del final del agujero

R: Posición del nivel de referencia desde donde comienza el ciclo

K: Veces que se repite el ciclo

Ejemplo:

N10 G40

N20 G00 X80 Y30 Z140 M03 S300 F80

N30 G92 Z140 X0 Y0

N40 G85 X10 Y20 Z-5

N50 X50 R-2

N60 G00 Z60

G86 : (BORING CYCLE) AGRANDADO DE AGUJEROS (9)

Se usa para el agrandado de agujeros. El ciclo opera taladrando a la entrada, se detiene el giro de la broca y sale.

Se debe especificar:

X,Y : Posición del agujero

Z: Posición del fondo del agujero

R: nivel de referencia desde donde comienza el ciclo

K: Número de repeticiones del ciclo

Ejemplo:

N10 G40

N20 G00 X80 Y30 Z140 M03 S300 F80

N30 G92 Z140 X0 Y0

N40 G86 X30 Y20 Z-5

N50 X50 Z-10 R-2

N60 G00 Z60

G87 : (BACK BORING)

Existe un problema en el comando que debe ser consultado a la casa distribuidora.

G89 : (BORING) TERMINADO DE AGUJERO NO PASANTES

Se usa para el terminado de agujeros no pasantes, y funciona muy parecido a "G85", puesto que entra y sale a la misma velocidad (trabaja al entrar y al salir), con la diferencia que se debe especificar el tiempo que se desea que la herramienta permanezca en el fondo del agujero.

Se especifica:

X,Y: Posición del agujero

Z: Posición del fondo del agujero

R: Posición del nivel de referencia desde donde comienza el ciclo

P: Tiempo que permanece la herramienta en el final del agujero en milésimas de segundo

K: Repeticiones que se debe hacer de ciclo

Ejemplo:

```
N10 G40 M03 S500
N20 X100 Y70 Z150
N30 G92 X0 Y0 Z150
N40 G89 X0 Y0 Z-10 R3 P500 K3
N50 X-4 Z-5
N60 G28 Z60
```

#### **M : COMANDOS AUXILIARES**

**M00 : DETINE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA**

Se usa para detener el programa, para continuar la ejecución se debe presionar "EOB" (enter). No tiene límites de tiempo.

M02 : FIN DEL PROGRAMA

Da por terminado el programa, no importa lo que se haya escrito a continuación.

M03 : GIRO DE LA HERRAMIENTA EN LA DIRECCIÓN DE LA MANECILLAS DEL RELOJ

Indica que la herramienta debe comenzar a girar en la dirección de las manecillas del reloj. Es conveniente indicar la velocidad a la que se quiere que gire la herramienta, teniéndose un rango entre 3000 y 100 RPM, si no se indica la velocidad girara a la velocidad indicada en la configuración inicial (consultar pantalla de control capítulo VI). Es conveniente que se de la orden para que se inicie el giro de la herramienta antes de ordenar cualquier movimiento sobre la superficie a maquinar.

Ejemplo:

N10 M03 S500

N20 G00 X100 Y20 Z150

M04 : GIRO DE LA HERRAMIENTA EN EL SENTIDO CONTRARIO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ

Este comando es idéntico a "M03" con la diferencia que indica el giro en sentido contrario a las manecillas del reloj.

#### M05 : PARA EL GIRO DE LA HERRAMIENTA

Este comando indica a la máquina que la herramienta debe detenerse

#### M06 : CAMBIO DE LA HERRAMIENTA

Indica a la máquina que debe cambiar de herramienta. Se debe indicar el número (en la torreta) de la herramienta que se desea usar. Debe recordarse que para el cambio de herramienta la máquina se ubica en una posición determinada y que el montaje de la pieza de trabajo debe ser tal que no interfiera en el cambio de herramienta.

Ejemplo:

N5 M06 T0112

N10 G40 M03 S500

N20 G00 X100 Y50 Z150

#### M38 : PUERTA ABIERTA

Indica a la maquina que se abrirá la puerta en esta instrucción, solo se permitirá la apertura de la puerta de seguridad de la máquina en este bloque, y para que logre hacerlo la máquina causa una ligera pausa.

#### M39 : PUERTA CERRADA

Indica que la puerta será cerrada cuando se ejecute este bloque, acompaña a M38.

#### SUBROUTINAS

Las subrutinas no son mas que programas que son consultados por otros programas denominados principales. Se usan para simplificar la programación, y consiste en llamar a la subrutina (programa de un procedimiento que se repite) cada vez que se quiere realizar cierta operación. La ventaja esta en que se puede tener toda una biblioteca de subrutinas que pueden ser consultadas cada vez que se requiera (se pueden consultar cuantas veces se desee) lo que simplifica los programas, puesto que basta con programar una vez los procedimientos.

Los comandos M98/M99 son los que nos servirán para manejar las subrutinas, a continuación se describirá la forma en que operan los comandos y un ejemplo. Se debe recordar que las subrutinas son programas con nombre y que el propósito de este método es la consulta de programas ya elaborados.

#### M98 : LLAMADO DE SUBPROGRAMAS

Este comando es usado para llamar a las subrutinas (programas a consultarse). Se utiliza acompañado del comando "P" con el que se especifica el número de veces que se desea que se repita la subrutina y el nombre de la subrutina.

Los últimos cuatro números que acompañan a la derecha al comando "P" es el nombre del programa a llamarse. Se debe tener en cuenta que siempre deben ser cuatro números, y en caso de que el nombre sea de menos de cuatro se debe completar hacia la izquierda con ceros.

Los primeros números que acompañan al comando "P" indican las veces que se desea repetir la subrutina. A continuación se da un ejemplo del uso del comando "M98".

Ejemplo:

N10 G40 M03 S500

N20 G00 X100 Y50 Z100

N30 G92 X0 Y0 Z100

N40 G00 X10 Y20 Z10

N50 G01 Z-10

N60 M98 P130078 } SE INDICA EL LLAMADO DE UN SUBPRO

GRAMA DE NOMBRE "78" (SE HA  
COMPLETADO CON CEROS PARA LO-  
GRAR LOS CUATRO DÍGITOS), ADE-  
MÁS SE INDICA QUE SE REPITA LA  
SUBROUTINA 13 VECES

N70 G00 Z20

M99 : FIN DE LA SUBROUTINA

Este comando generalmente indica el final de la sub-  
rutina, sirve como marca para indicar que de se debe  
regresar al programa principal. Sirve además en los  
programas para establecer lazos tipo "GOTO".

Ejemplo:

G90 G01 Y74.25 F40

S1000 M03

Z67

```
G02 R1.75
G00 Z80
G91 X-23.5 Y1.75
G90
M99
```

Cuando se usa para logra lazos tipo "GOTO" se debe acompañar a "M99" con el comando "P" con el que se indica la línea a donde se desea regresar. La línea donde se desea regresar tiene que ser nombrada con un número es decir "N\_\_".

Ejemplo:

```
N10 G00 X100 Y60 Z100
N20 G92 X0 Y0 Z100
N30 G91 G01 X10
N40 Z-10
N50 M99 P30
```

#### 4.3. INSTRUCCIONES DE PROGRAMACIÓN SOLO PARA SIMULACIÓN

Las instrucciones antes mencionadas son usadas indistintamente para la simulación, como para la producción de piezas, los comandos que a continuación se especificaran son usados solo en la simulación y su objeto es simular ciertas circunstancias que solo se

dan en la producción, tales como el tamaño de la pieza de trabajo, o las dimensiones de la herramienta.

#### [BILLET : TAMAÑO DE LA PIEZA DE TRABAJO

Esta instrucción se usa para especificar en el programa el tamaño de la pieza de trabajo. Será de vital importancia para la corrección de errores, puesto que la detección de errores tomara en cuenta todos estos parámetros.

La instrucción "[BILLET" debe ser colocado al comienzo del programa, después de haber especificado las unidades con las que va a trabajar (G20 ó G21). Los códigos G20, G21 son los únicos códigos que pueden preceder a [BILLET.

Ejemplo:

```
G21
[BILLET X150 Y85 Z63.5
G40 M03 S700 F40
G00 X45.5 Y45
Z70
G01 Z63.5
G92 X0 Y0 Z63.5
```

G01 Z-10

Y60

[TOOLDEF : DEFINICIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

Esta instrucción se usa para indicar a la simulación las características de la herramienta, y es usado en el control de errores para comprobar los posibles choques en la coordenada "Z". Se especifica el número de la herramienta en la torreta "T\_\_", el diámetro "D", y la longitud "Z" (esta distancia va desde el final de la sujeción de la máquina para la herramientas hasta la punta de la herramienta), estas especificaciones se colocan a continuación del comando [TOOLDEF.

Ejemplo:

N10 G21

[BILLET X300 Y100 Z65

[TOOLDEF T2 D20 Z10

N20 G00 X290 Y130 Z84.2

N30 M03 S500 F20

N40 G91

N50 G01 Z-.5

N60 X-26

N70 Y-20

[CLEAR : LIMPIA LOS MENSAJES DE TUTORIAL

Como se ha mencionado con anterioridad dentro de la programación en el Denford existe la posibilidad de especificar mensajes<sup>(1)</sup>, que aparecerán en la ventana del tutorial; los mensajes que aparecen en la ventana del tutorial no se borran automáticamente, este comando tiene la capacidad de borrar esos mensajes. Ejemplo

[BILLET Z40 X290 Y85

[TOOLDEF T1 D20 Z40

M03 S500 F50

G40

G00 X0 Y23 Z3

? VERIFIQUE QUE LA POSICIÓN SE LA INICIAL QUE SE  
DESEA

[CLEAR

G92 X0 Z5 Y0

G01 Z-10

[STEP: EJECUCIÓN PASO A PASO

El comando "[STEP" nos permite avanzar en la simulación bloque a bloque, a partir de su colocación la

---

<sup>1</sup> Si desea mas información sobre los mensajes en la ventana del tutorial consultar el capítulo III sección 4.3.

simulación avanzara un bloque cada vez que demos  
"ENTER".

Ejemplo:

```
[BILLET X300 Y100 Z65  
[TOOLDEF T2 D20 Z10  
N20 G00 X290 Y130 Z84.2  
N30 M03 S500 F20  
N40 G91  
N45 [STEP  
N50 G01 Z-.5  
N60 X-26  
[NOSTEP  
N70 Y-20  
N80 X260
```

```
[NOSTEP : DESACTIVA [STEP
```

Este comando desactiva la simulación paso a paso  
indicada por [STEP. Se presenta el ejemplo del uso  
de [STEP y [NOSTEP en el ejemplo anterior.

## CAPÍTULO V

### ESTRUCTURA DE LA PROGRAMACIÓN

#### 5.1. INTRODUCCIÓN

En los capítulos anteriores se ha ido introduciendo al lector en el mundo de las máquinas herramientas CNC, controladas por el programa "Denford". La intención del presente capítulo es indicar el procedimiento de producción con las máquinas CNC.

Entendiéndose por producción a todo el proceso que conlleva la transformación de una pedazo de metal en una pieza maquinada.

El proceso de producción de la pieza terminada incluye:

- PLANEACIÓN
- PROGRAMACIÓN
- EJECUCIÓN

A continuación se describirá el proceso que se debe seguir para la producción de una pieza. Se hará siempre referencia a la producción en la fresadora, aunque el procedimiento general es aplicable a cualquier

máquina CNC.

## 5.2. PLANEACIÓN

Esta es tal vez la fase mas difícil de la producción, puesto que en ella se decidirá lo que se debe hacer para lograr el objetivo, es decir el maquinado de la pieza. A continuación se explicara el procedimiento que se debe seguir en la planeación

1. DIBUJO DE LA PIEZA A PRODUCIR.- Se debe contar con un dibujo detallado de la pieza a producir, en el que consten las cotas y especificaciones. Este dibujo es imprescindible, y si no existe debe ser elaborado por el programador. Se presenta al final del capítulo un dibujo como ejemplo del detalle necesario.

2. ANÁLISIS DEL DIBUJO DE LA PIEZAS.- Una vez con el dibujo comienza el proceso mismo de la producción. Se debe concluir:

a. Las máquinas herramientas a utilizar

b. Escogidas las máquinas se debe evaluar la posibilidad de realizar el trabajo, tomando en cuenta la capacidades de la máquina, esto es : Espacio, potencia, y mas características técnicas. Se dará un deta-

lle de las características de la fresadora y torno CNC con que cuenta la Espol, en el próximo capítulo.

c. Determinar el método de sujeción a utilizar para fijar a la pieza (sobre todo en la fresadora). Se debe consultar los métodos de sujeción mas recomendables para cada caso

d. Determinar las herramientas requeridas y el método de maquinado a seguirse, de manera que se usen el máximo de herramientas convencionales y en un número igual o menor a las que soporta el carrusel<sup>(1)</sup> de la máquina. Depende de la experiencia, y no es necesario conocer sobre control numérico, tan solo de los proceso de maquinado.

Para logra un trabajo mas preciso es conveniente que se recurra a la elaboración (o consulta si es que existen) de planos de las herramientas a utilizarse en el proceso, al final del capítulo se mostraran los planos de herramientas que pueden servirle como formato.

Este punto es de vital importante y de el depende la eficiencia de la produccion, por tanto debe ser toma-

---

<sup>1</sup> Se llama carrusel de herramientas al mecanismo que permite el intercambio automático de las herramientas en las máquinas CNC.

do con mucha atención.

3. MAQUINADO.- Determinar el orden de maquinado (plano, taladrado, roscado, etc) y la herramienta que se va a utilizar en cada estación (fase de maquinado), enumerándola en el carrusel.

4. PARADAS.- Se determina las paradas necesarias para verificar las medidas de la pieza, colocación de nuevas herramientas en el carrusel, limpieza de viruta y más. Estas paradas serán programadas, y tiene un tiempo específico.

5. DETERMINACIÓN DE LAS VELOCIDADES DE CORTE.- La determinación de las velocidades de avance y rotación de la herramienta se hará en base a tablas que presentan los fabricantes en función de las siguientes características:

a. Tipo de material, tipo de herramientas y rigidez del material

b. La herramienta seleccionada puede ser: portaherramientas con pastillas de carburo insertadas, que harán las funciones de fresas comunes, brocas de carburo, brocas de acero rápido, fresas de acero rápido, herramientas con recubrimiento cerámico. Las

herramientas se escogerán según se usen en desbastado o acabado.

\* En el próximo capítulo se indicara algunos tipos de herramientas y sus características.

6. PROFUNDIDADES DE CORTE.- Se debe determinar la profundidad de corte para el desbastado de la pieza, en base a la potencia de la máquina y la rigidez de la pieza. La forma de calcular los valores se enunciara en el siguiente capítulo en la sección de herramientas.

7. ACABADOS.- Determinar las superficies finales requeridas, así como los radios de los bordes. Una vez determinadas las necesidades, se escogerá las herramientas para realizar los acabados, y las velocidades de avance que son requeridas para lograrlos.

8. CONFIGURACIÓN DE NIVELES DE LAS HERRAMIENTAS.- Como existen diferencias en tamaño entre una y otra herramienta y los trabajos de maquinado se programan por facilidad en base un único nivel de referencia (un tamaño de herramienta), es necesario indicar a la máquina las longitudes de las herramientas, y de esta manera corregir las diferencias de tamaño. En este

punto se debe definir la diferencia entre una herramienta y otra, para luego introducirla en la máquina.

9. HOJA DE PLANIFICACIÓN.- Una vez identificado el proceso y la forma de llevarlo a cabo se debe indicar todos los pasos a seguirse en:

- a. un plano de trayectorias de maquinado.
- b. hoja de herramientas: características.
- c. hoja de las características del maquinado: velocidades, avances, profundidades de corte y más.

\* Se especifica un ejemplo de cada hoja de planificación al final del capítulo

### 5.3. PROGRAMACIÓN

Una vez que se ha determinado específicamente el procedimiento que se debe seguir para lograr la producción, se debe comenzar la programación, que consiste en transmitir lo planeado a la máquina en un lenguaje por ella comprensible.

Para comenzar la programación se necesitará:

- a. determinar un punto de referencia o cero, que nos servirá como coordenada ( $X_0, Y_0, Z_0$ ) desde donde se

especificara todos los desplazamientos de la herramienta, este punto de referencia dependerá mucho del tipo de montaje que se haga de la pieza y es específico para cada pieza.

b. Se calcula las distancias, pendientes, radios y mas detalles para especificarlos en un dibujo que tiene como coordenada  $(X_0, Y_0, Z_0)$  el punto de referencia antes indicado.

c. Determinar exactamente el orden en que van a ir usándose las herramientas en el maquinado, para luego numerarlas en el carrusel del herramientas.

d. Especificar la necesidad o no de usar subrutina y ciclos fijos en la manufactura.

e. Especificar los comandos a usarse en cada operación con cada herramienta, en una hoja de programación.

f. Comenzar a escribir el programa. Para redactar un programa de control numérico es conveniente seguir un orden que se especifica a continuación:

1. se debe especificar el nombre del programa y las unidades con que se va a trabajar

2. Dada la facilidad que da el Denford de la simulación es conveniente usarla, es por eso que se recomienda que en esta parte del programa se defina el tamaño de la materia prima a usarse, así como el tamaño de la herramientas con las instrucciones [BILLET, [TOOLDEF respectivamente. Se debe recordar que las instrucciones antes mencionadas solo sirven en la simulación y en nada afectan en la función de la máquina CNC, y si se desea se puede eliminar. Estas instrucciones solo es posible colocarlas al comienzo de los programa.

3. Especificar que se eliminan cualquier ciclo fijo, compensación o cualquier otra configuración anterior al programa, además de indicar el tipo de coordenadas a usarse absoluta o incremental, con los comandos "G80, G40, G90 ó G91", respectivamente.

4. Especificar el punto de referencia con "G92"

5. Llamar a la herramienta que corresponda y programar la operaciones según se ha especificado con anterioridad.

\* Los pasos 2 y 4 no deben ser usados en la elaboración de subrutina.

g. Introducir el programa en la computadora.

#### 5.4. EJECUCIÓN DE LOS PROGRAMAS.

Una vez programada la máquina, la producción entra en un proceso de pruebas para verificar la ejecutabilidad o no de la producción. Este item tiene la intención de indicar a los lectores el procedimiento de pruebas que deben seguir para lograr la primera producción.

a. Realizar el montaje de la pieza en base del punto de referencia escogido. Una vez montada la pieza verificar el punto exacto que nos servirá con posición de referencia (no es posible realizar un montaje tan perfecto)

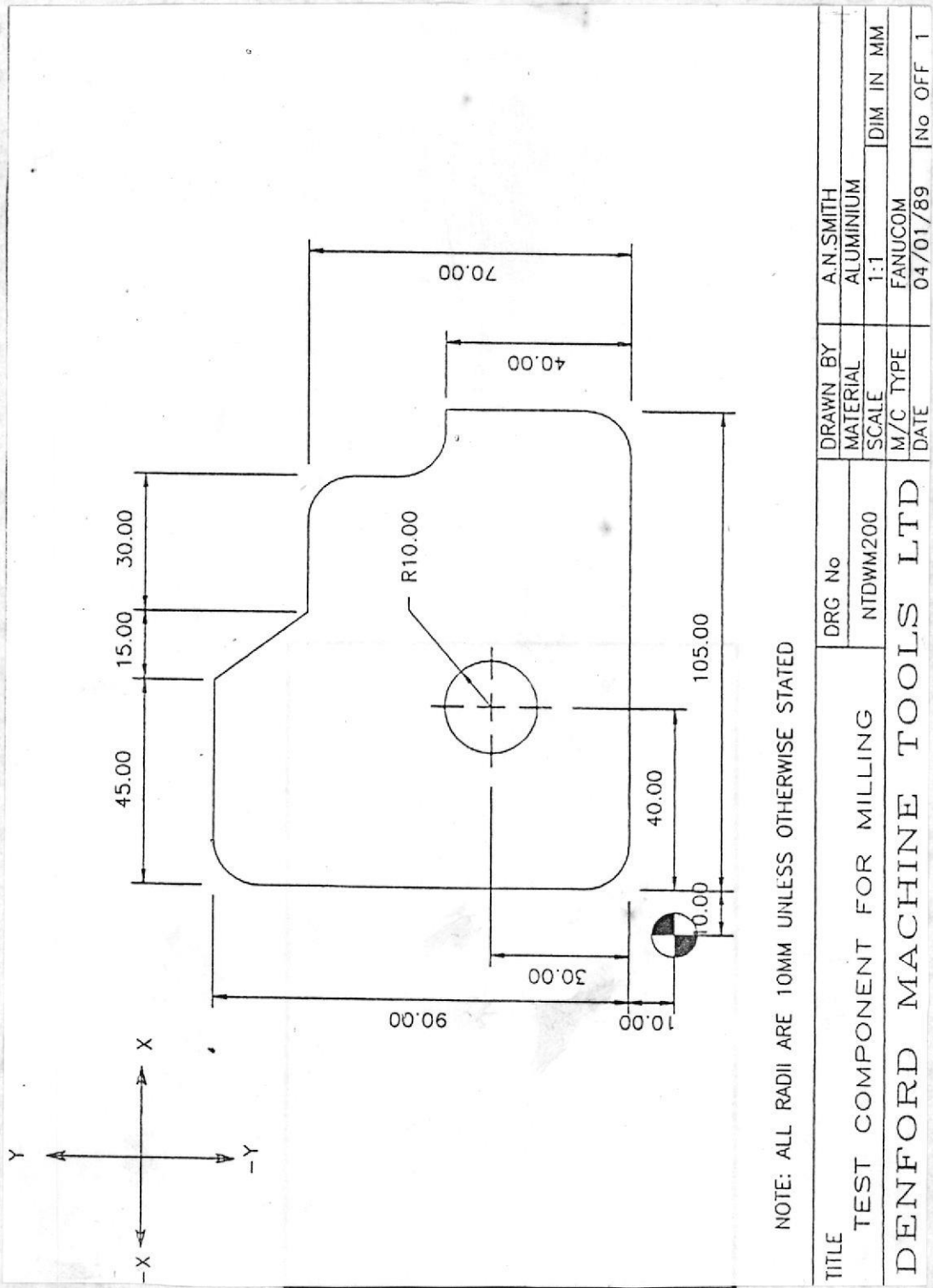
b. Debe probar el programa con la simulación, que es una facilidad que le da el Denford, es conveniente realizar la simulación paso a paso usando la instrucción [STEP. En este punto es posible que realice un impreso del programa con los errores indicados y corregirlos. La simulación incluso nos servirá para verificar si el procedimiento de maquinado es conveniente.

c. Montar las herramientas a ser usadas y verificar

los tamaños especificados, con los valores ya comprobados se configura el "MENU OFFSET" de herramientas que se tiene en la pantalla de control con la opción del mismo nombre (se ampliara la operación de esta función en el siguiente capítulo). Si así se requiere puede configurarse las velocidades generales que tendrá la máquina si es que no se especifica lo contrario.

d. Es conveniente verificar el programa completo sin que realice corte (en el aire) para comprobar su completo funcionamiento y probar paso a paso.

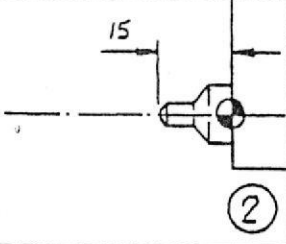
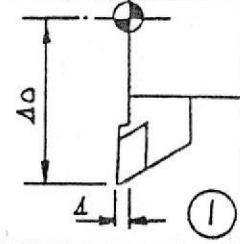
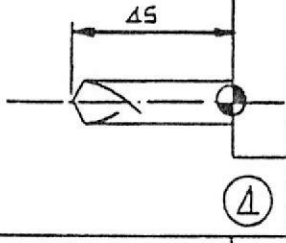
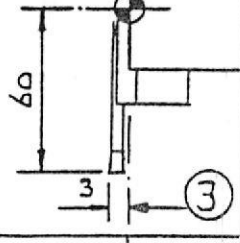
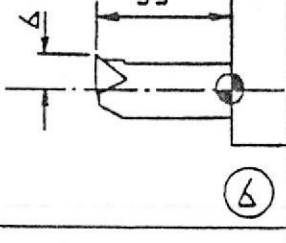
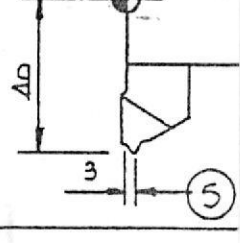
e. Realizar la producción



NOTE: ALL RADII ARE 10MM UNLESS OTHERWISE STATED

TITLE		DRG No	DRAWN BY	A.N. SMITH
TEST COMPONENT FOR MILLING		NTDWM200	MATERIAL	ALUMINIUM
DENFORD MACHINE TOOLS LTD			SCALE	1:1
			M/C TYPE	FANUCOM
			DATE	04/01/89
				No OFF 1

Ilustr. 31 PLANO DE PIEZA A  
 PRODUCIR

TOOLING SHEET		INTERNAL	EXTERNAL
CUSTOMER	DENFORD LTD		
COMPONENT	TEST PIECE		
DRG. NO.			
OPN.	1		
DATE			
PREP. BY			
TOOLING DETAILS			
FACE & TURN			
CENTRE DRILL			
DRILL			
THREAD			
BORE			
PART OFF. CUT GRIP			

Ilustr. 32 PLANO DE

HERRAMIENTAS

DENFORD  
MACHINE  
TOOLS

<b>PROGRAM No</b>	1	<b>METRIC</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>IMPERIAL</b> <input type="checkbox"/>	<b>PROGRAMMED BY:</b>	<b>SHEET No</b>
<b>DRG. No</b>		<b>TITLE:</b>		<i>Carlos A. Rinto B.</i>	<b>OF</b>

NOTES	N	G	M	X/U	Z/W	I	K	P	Q	R	FEED		SPINDLE SPEED		T	
											PER REV.	PER MIN.	CCS	REVS		
	260	00		41	-57											
	270	00		41	-75											
	280	01		37	-75											
	290			34	-75											
	300			31	-75											
	310			28	-75											
	320			25	-75											
	330			22	-75											
	340			20	-75											
	350			41	-75											
	360			41	2											
	370			29	2											
	380			29	-1											

## CAPÍTULO VI

### PRODUCCIÓN CON MÁQUINAS CNC

#### **6.1. INTRODUCCIÓN**

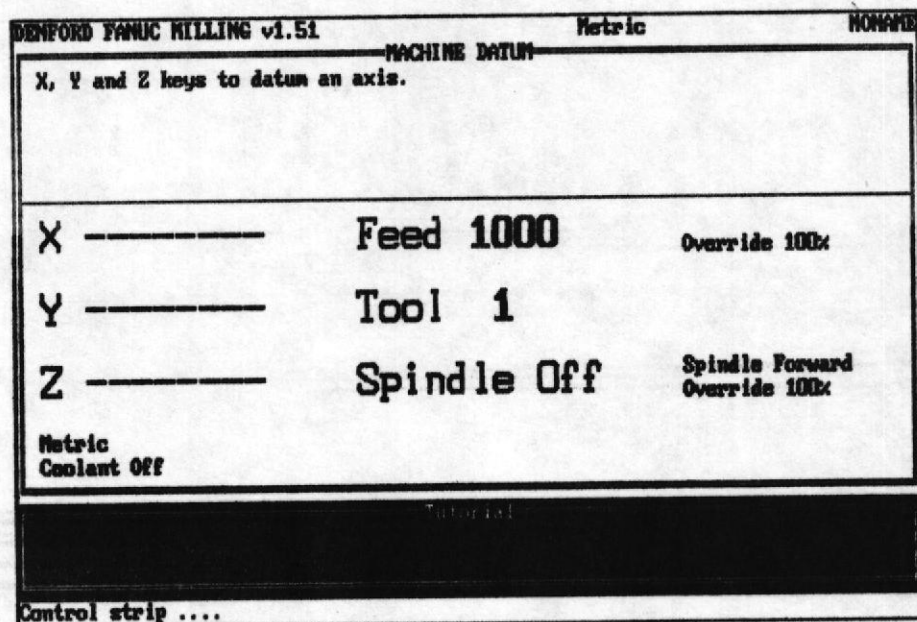
En los anteriores capítulos se ha cubierto lo relacionado con el manejo del programa Denford y la programación de máquinas CNC. Este capítulo tiene la intención de introducir al lector en el uso de las máquinas herramientas que tiene la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOL.

En este capítulo se dará la explicación de: El modo "PANTALLA DE CONTROL" con el que funciona las máquinas herramientas; además se darán las especificaciones de las máquinas herramientas con que cuenta la ESPOL; se dará una introducción al uso de la fresadora; y por último se entrega una lista de los posibles problemas que encontrara en la operación de la fresadora, así como de recomendaciones para principiantes en el uso de la fresadora.

#### **6.2. PANTALLA DE CONTROL**

Se ha llamado "PANTALLA DE CONTROL" al modo en que la máquina herramienta entra en funcionamiento, este

modo es sin duda el más importante puesto que en él se establece la producción misma. La operación de este modo es solo posible en los módulos de control, y tiene como objetivo la supervisión de las operaciones de la máquina herramienta. A continuación se presenta una ilustración de la pantalla de control.



Ilustr. 33 PANTALLA DE CONTROL DE LA FRESADORA

Para entrar en el modo pantalla de control se debe dar "AUTO" en el "TABLERO DE CONTROL" y para salir se puede usar "EDIT", "PRG" o las opciones de "F10".

En el modo "PANTALLA DE CONTROL" se puede operar las opciones de la función "F10" igual que en los modos de simulación; la función "F9" varía puesto que apa-

This is a very important part of the  
 installation. The control panel is  
 very important. It is very important  
 to have a good control panel. It is  
 very important to have a good control  
 panel. It is very important to have a  
 good control panel. It is very important  
 to have a good control panel.

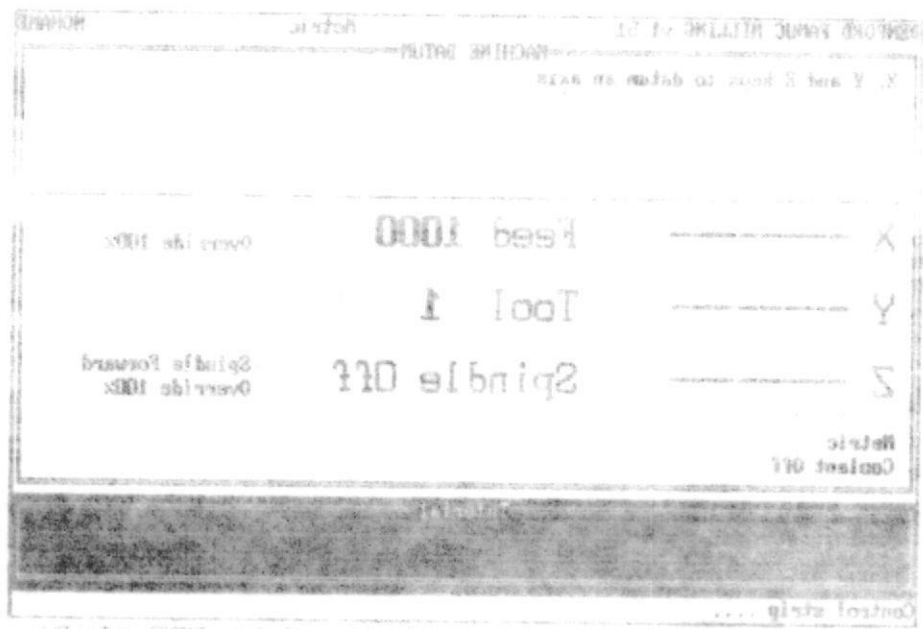


Figure 33: PANTALLA DE CONTROL DE LA FRESCADERA

Para entrar en el modo pantalla de control se debe  
 pulsar el botón "CONTROL" y para salir se  
 pulsa el botón "STOP". Las opciones de "F10"  
 son: "CONTROL", "PANTALLA DE CONTROL", "PANTALLA DE CONTROL"  
 y "PANTALLA DE CONTROL".

recen opciones solo para control, las funciones son: "EXECUTE CNC" ejecución del programa CNC que se tenga en el editor; "EDIT OFFSETS" configuración de las herramientas a usarse dentro del control de la máquina; "LOAD OFFSETS" llamado de las configuración de herramientas ya hecho (se puede grabar con un nombre y aparecerá con la extensión "FAO"); "SAVE OFFSETS" sirve para grabar las configuraciones con un nombre y la extensión "FAO". Las funciones de "F)" en modo pantalla de control pueden ser tomadas también con la tecla "MENÚ OFFSETS". A continuación una ilustración con el "EDIT OFFSET".

DENFORD FANUC MILLING v1.51		Metric		MACHINE DATUM	
X, Y and Z keys to datum an axis.					
X +290.000	X	0			
	Y	0			
Y +170.000	Z	0			
	tool 1	Z0	R2.5	Override 100:	
Z +200.000	tool 2	Z0	R2.5		
	tool 3	Z0	R2.5		
	tool 4	Z0	R2.5	Spindle Forward	
	tool 5	Z0	R2.5	Override 100:	
	tool 6	Z0	R2.5		
Metric Coolant Off					
Edit offsets ....					

Ilustr. 34 EDIT OFFSET

The following table shows the results of the test run. The values are in dollars and cents. The first column shows the amount of the bill, the second column shows the amount of the tip, and the third column shows the total amount. The first row shows the amount of the bill, the second row shows the amount of the tip, and the third row shows the total amount. The first column shows the amount of the bill, the second column shows the amount of the tip, and the third column shows the total amount.

MACHINE DATA		MACHINE DATA	
X, Y and Z keys to datum on exit.			
Z	tool 6	30	0
	tool 5	30	0
	tool 4	30	0
Y	tool 3	30	0
	tool 2	30	0
	tool 1	30	0
X	tool 0	30	0
	tool 0	30	0
	tool 0	30	0

1 hour 34 min 30 sec

La pantalla de control consta de tres zonas definidas como ventanas, que se describe a continuación:

a. Ventana superior: Sirve para mostrar los mensajes de la operación de la máquina, y los programas que se están ejecutando.

Cuando se ejecutan los programas aparecerá en la ventana, 5 líneas remarcándose con color la línea que se esta realizando. Es muy útil para controlar las operaciones.

En el caso de los mensajes que aparecen, nos indicara que función se puede o debe ejecutar en ese momento dentro de la máquina o la función que hemos tomado; por ejemplo: Cuando arrancamos la máquina aparecerá "X, Y AND Z KEYS TO DATUM AN AXIS" que indica que se deben pulsar las coordenadas "X, Y, Z" para ubicar la máquina en la posición de inicio (solo aparecerá al encender la máquina herramienta y se debe ejecutar siempre), es la misma función de la tecla "HOME" del tablero de control; otro mensaje es el que aparece al tomar la función de la tecla "JOG" con el que se puede mover manualmente la máquina, configurar la velocidad general de la herramienta y cambiar de herramienta. A continuación presentamos la ventana superior con mensajes y programas en ejecución.

DENFORD FANUC MILLING v1.51		Metric	PIE270F
<b>AUTO MODE</b>			
I BILLET X60 Y50 Z18 ; I TOOLDEF T1 D5 Z20 ; M100 G90 G80 G40 ; M120 G90 G49 M06 T1 ;			
X + 5.000	Feed 80	Override 100%	
Y +168.000	Tool 1		
Z +175.000	Spindle Off	Spindle Forward Override 100%	
Metric Coolant Off	Single Stop		
Tutorial			
Single stop pause .... Press EOB to continue or RESET to halt			

Ilustr. 35 VENTANA SUPERIOR (MUESTRA LOS PROGRAMAS EN EJECUCIÓN)

DENFORD FANUC MILLING v1.51		Metric	PIE270F
<b>JOG</b>			
JOG for continuous/incremental jogging modes. CURSOR keys to change jog increment. S enter spindle speed. T perform tool change.			
X + 5.000	Feed 80	Override 100%	
Y +168.000	Tool 1		
Z +175.000	Spindle Off	Spindle Forward Override 100%	
Metric Coolant Off	JOG STEP 0.005		
Tutorial			
Control strip ....			

Ilustr. 36 VENTANA SUPERIOR CON MENSAJE (FUNCIÓN "JOG")

CONTROL PANEL M11111 v1.21 Metric

M11111 X00 Y00 Z10		M11111 X00 Y00 Z10	
M11111 X00 Y00 Z10		M11111 X00 Y00 Z10	
M11111 X00 Y00 Z10		M11111 X00 Y00 Z10	
Z +152.000	Spindle Off	Spindle Forward	Override 100%
Y +168.000	Tool 1		
X + 2.000	Feed 80		Override 100%

Control Off Metric Spindle Stop

From 100 to continue or press to halt

CONTROL PANEL M11111 v1.21 Metric

M11111 X00 Y00 Z10		M11111 X00 Y00 Z10	
M11111 X00 Y00 Z10		M11111 X00 Y00 Z10	
M11111 X00 Y00 Z10		M11111 X00 Y00 Z10	
Z +152.000	Spindle Off	Spindle Forward	Override 100%
Y +168.000	Tool 1		
X + 2.000	Feed 80		Override 100%

Control Off Metric 100 STEP 8.000

1 perform tool change.  
 2 cancel spindle speed.  
 3 cancel spindle speed.  
 CHIRON keys to change jog increment.  
 100 for continuous/incremental jogging modes.

b. Ventana intermedia: En esta ventana se establece la función de supervisión de las operaciones, puesto que se encuentra especificado:

1: Las coordenadas donde se encuentra la herramienta

2: Las velocidades (rotación y avance) a las que trabaja la herramienta, si no esta en ejecución un programa en el que se ha programado la velocidad mostrara las velocidades que se han configurado como generales con las función "JOG".

3. El número de la herramienta con que esta trabajando la máquina.

Además se indica el sistema de medida, si se encuentra encendido el sistema de lubro-refrigeración (en nuestro caso no existe), el tipo de avance del programa ( es decir si avanza paso a paso o de corrido) y otros mensajes que aparecen en letras pequeñas y que dependen de la situación. Se puede observar la ventana intermedia en las ilustraciones anteriores.

c. Ventana inferior: Es la ventana del tutorial y es igual a la que aparece en la parte inferior del modo "EDICIÓN Y SIMULACIÓN", su objetivo es mostrar los mensajes de los programas. Se desea mas informa-

ción sobre la ventana del tutorial puede consultar en el Capítulo III - Pantalla del Denford.

Además de las ventanas descritas la pantalla de control consta de:

1.- Una línea superior donde se especifica: Denford, el módulo, la versión del módulo, sistema de unidades en que se opera, y el nombre del programa en edición.

2.- Una línea inferior donde se muestra los mensajes para la operación, o los problemas que existen.

### **6.3. MÁQUINAS HERRAMIENTAS CNC DE LA F.I.M.**

La ESPOL cuenta con dos máquinas herramientas controladas por computadora, las máquinas: son un torno horizontal y una fresadora vertical. Esta sección quiere dar al lector una descripción de las máquinas CNC con las que cuenta la ESPOL y de esta manera situar al usuario en los trabajos que se pueden llevar a cabo en ellas.

Las máquinas con las que se cuenta la ESPOL han sido diseñadas para entrenamiento del personal y por tanto son ligeras y no están adaptadas para el trabajo continuo. Cuentan con la mayoría de los aditamentos

de una máquina de trabajo industrial y pueden ser de gran utilidad de trabajo industrial y pueden ser de gran utilidad no solo para el entrenamiento sino para la producción de piezas en pequeño número o para piezas de precisión.

Las dos máquinas cuentan con un sistema de cambio automático de herramientas, sistema de protección (cubiertas con interruptor de desconexión), finales de carrera y mas aditamentos que las hacen máquinas muy operativas. Carecen de un sistema de lubro-refrigeración.

A continuación se enunciara las características del torno y la fresadora.

### 6.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL TORNO

Se presenta a continuación las características del torno CNC de la ESPOL.

#### DIMENSIONES DE LA MÁQUINA

LARGO:	1000 mm
ANCHO:	900 mm
ALTO:	620 mm

### DIMENSIONES DE TRABAJO

LARGO MÁXIMO DE LA PIEZA: 180 mm  
DIÁMETRO MÁXIMO DE LA PIEZA: 160 mm  
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN "X": 85 mm  
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN "Z": 200 mm

### MOTORES

#### MOTOR PRINCIPAL (GIRO DE LA PIEZA)

TIPO: SD 2 STEPPER DRIVER  
RANGO DE VELOCIDAD: 0 - 5000 RPM  
POTENCIA: 1 HP  
VOLTAJE: 240

#### MOTOR DE AVANCE

CONFIGURACIÓN: 45- DE INCLINACIÓN  
CARACTERÍSTICAS: STEPPER MOTOR  
200 PASO/REVOLUCIÓN

#### CARRUSEL DE HERRAMIENTAS

# DE ESTACIONES: 6

### 6.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FRESADORA

La fresadora con que se cuenta es de tipo vertical, con sistema de cero flotante y las siguientes características:

#### DIMENSIONES DE LA MÁQUINA

LONGITUD:	1100 mm
ANCHO:	620 mm
ALTO:	1000 mm
PESO:	240 KILOS
RESOLUCIÓN DEL SISTEMA:	0.005 mm
RESOLUCIÓN DE LA MÁQUINA:	0.01 mm

#### DIMENSIONES DE TRABAJO:

LARGO MÁXIMO ALCANZADO (X):	290 mm
ANCHO MÁXIMO ALCANZADO (Y):	170 mm
ALTO MÁXIMO ALCANZADO (Z):	235 mm

#### MESA DE TRABAJO:

LONGITUD DE LA MESA:	500 mm
ANCHO DE LA MESA:	160 mm
DISTANCIA EJE-MESA:	275 mm
DISTANCIA EJE-COLUMNA:	170 mm

SUPERFICIE DE TRABAJO: 500 mm X 160 mm  
RANURAS DE SUJECIÓN: 10 mm

### MOTORES

#### MOTOR PRINCIPAL (GIRO DE HERRAMIENTA)

TIPO: VELOCIDAD VARIABLE  
CARACTERÍSTICA: ADAPTADO UN A.C.  
CAMBIADOR DE FRECUENCIA  
POTENCIA: 1 HP  
VOLTAJE: DC  
VELOCIDAD: 0 - 4000 RPM PROGRAMABLE, SOLO  
ALCANCA 2500 RPM

#### MOTORES DE AVANCE

TIPO: 200 PASOS/REVOLUCIÓN  
VOLTAJE: D.C.  
VELOCIDAD MÁXIMA: 0 - 1500 mm/min

#### **6.4. LA FRESADORA COMO MÁQUINA HERRAMIENTAS**

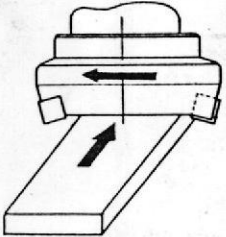
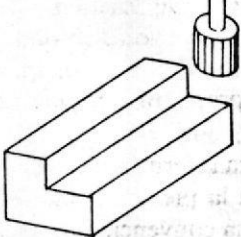
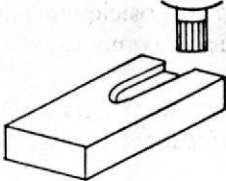
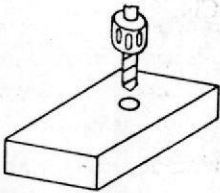
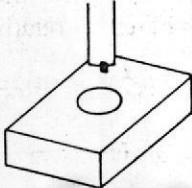
En las secciones anteriores de este capítulo se ha enfocado nuestra atención a la fresadora CNC con que cuenta la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPOL, describiendo algunas de las características que la hacen diferente a las fresadoras convencionales. Esta sección tiene la intención de introducir a los lectores en el uso práctico de cualquier fresadora sea esta convencional o CNC.

##### **6.4.1. PROCESOS COMUNES DE MAQUINADO EN FRESADORA**

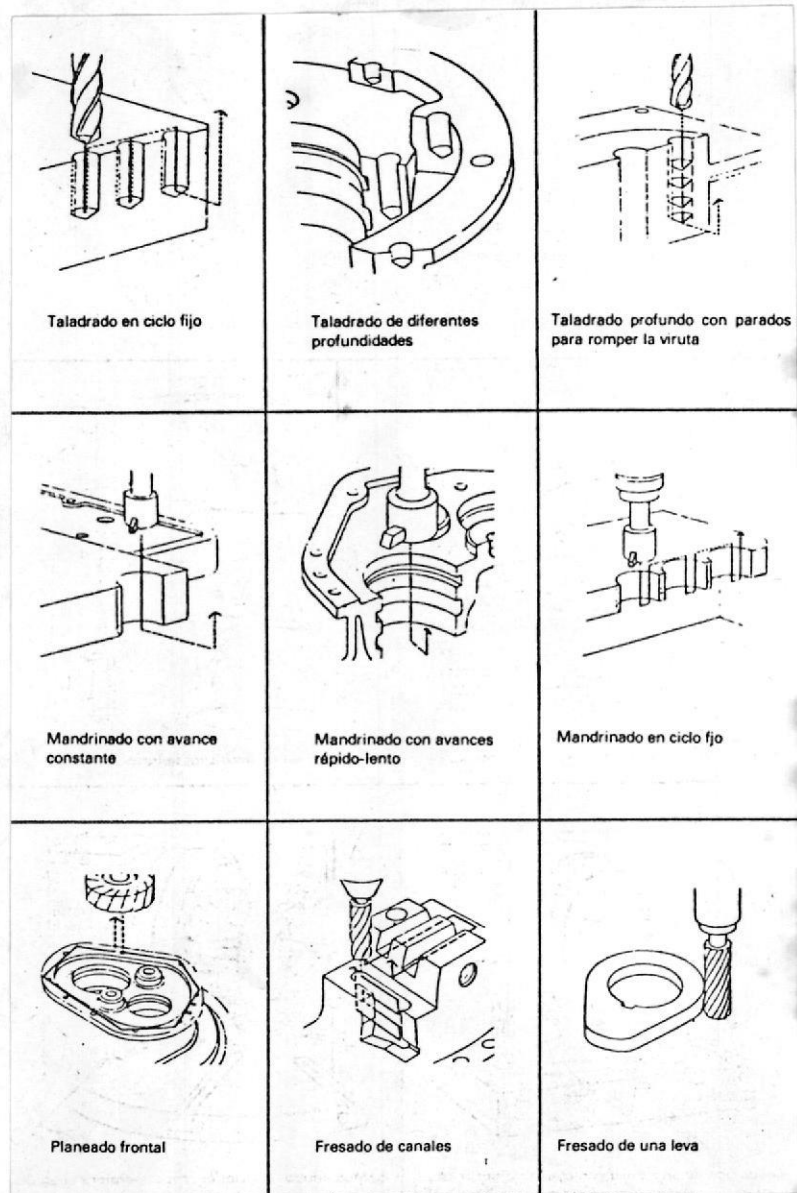
Se llama proceso de maquinado a la sucesión ordenada de operaciones que son necesarias para obtener una pieza determina.

De igual forma que para el torno, para establecer el proceso de maquinado de una pieza para la fresadora, es indispensable conocer las operaciones básicas que esta máquina puede realizar, así como los movimientos relativos herramienta-pieza que existen en cada una de ellas.

A continuación se presenta un resumen general de las distintas operaciones realizables por una fresadora vertical. Además de estas operaciones básicas, existen una gran variedad de operaciones de maquinado que están en función de la herramienta que se utilice, así, se puede hablar de rosca-do, escariado, y acanalado, y de distintas formas de fresado.

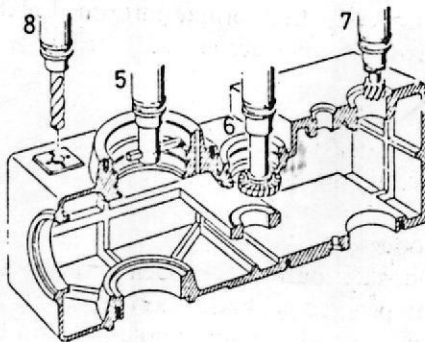
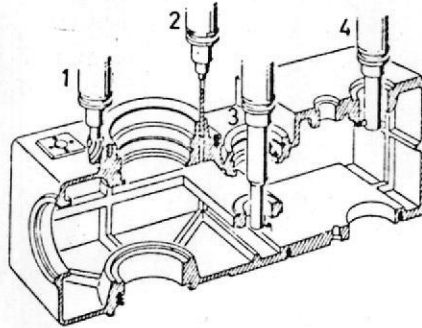
	<p><i>Planeado.</i> Es la operación más común y supone el fresado de superficies planas paralelas a la cara de la fresa montada en husillo vertical u horizontal. El planeado se puede realizar en una o varias pasadas, en función del ancho de la superficie por maquinarse y el tamaño de la fresa.</p>
	<p><i>Planeado y escuadrado.</i> La operación es similar a la anterior, pero considerando que las superficies maquinadas deben quedar a 90°.</p>
	<p><i>Fresado periférico.</i> Esta operación es similar a la anterior pero a menor dimensión. Se emplea para hacer canales o agujeros rasgados y para escuadrar en aquellos casos en que la dimensión así lo exige.</p>
	<p><i>Taladrado.</i> Operación muy común en el CM. El taladrado consiste en realizar agujeros de mayor o menor tamaño que permitan posteriores operaciones.</p>
	<p><i>Mandrinado.</i> La operación de mandrinado consiste en maquinar un agujero con la herramienta llamada mandrino o punta cuchilla.</p>

**Ilustr. 37 PLANEADO, FRESADO PERIFÉRICO, TALADRADO, MANDRINADO**



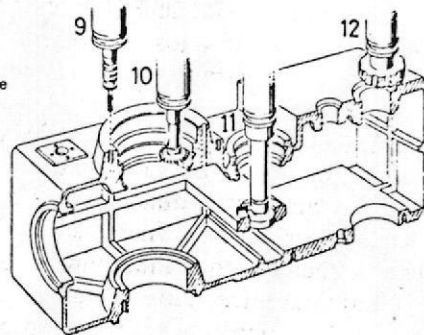
**Ilustr. 38 TIPOS DE TALADRA-  
DO, MANDRINADO, Y FRESADO**

1. Contorneado exterior.
2. Taladrado profundo con ciclo fijo.
3. Mandrinado con herramienta de diámetros múltiples.
4. Refrentado de superficie posterior con posicionamiento angular de mandrino.

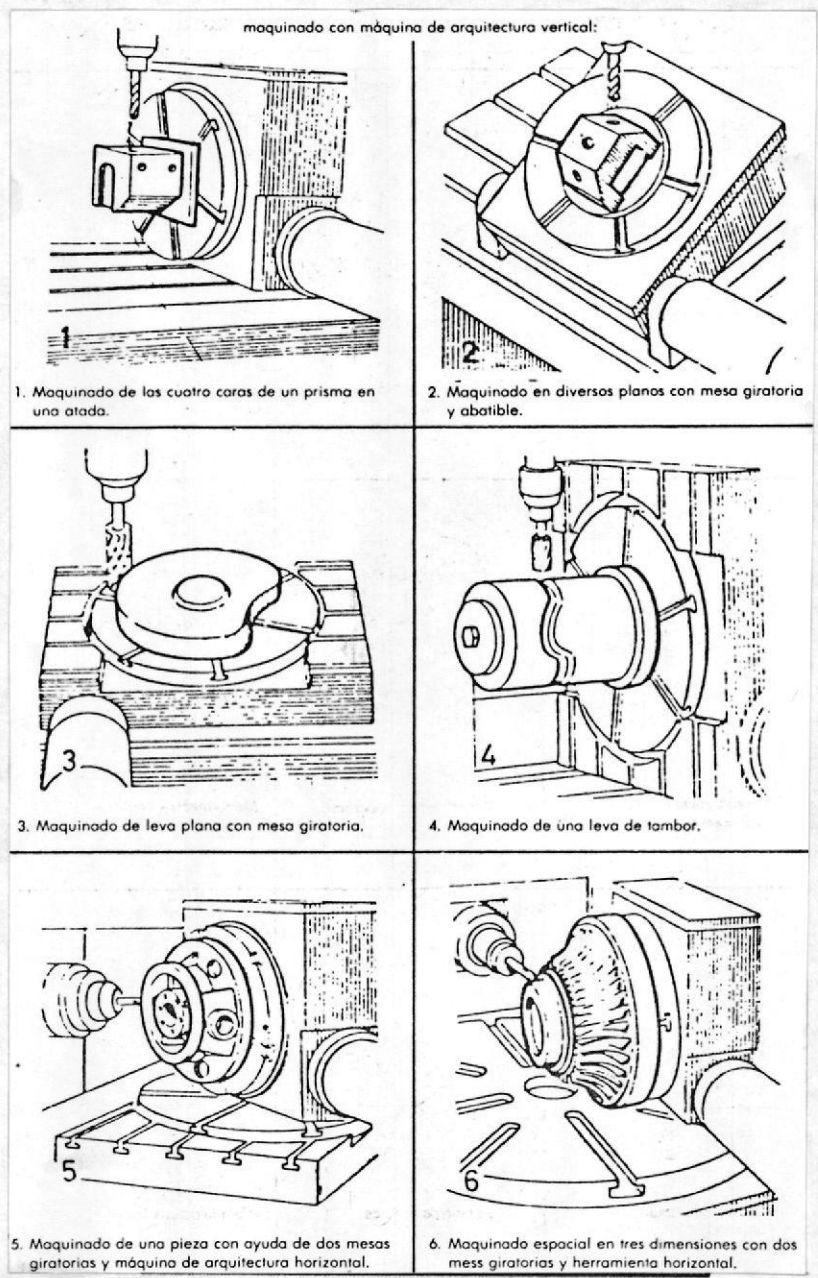


5. Mandrinado con posicionamiento angular.
6. Contorneado de superficie posterior con posicionamiento angular.
7. Refrentado por contorneado.
8. Taladrado.

9. Roscado.
10. Fresado de contorno con fresa de disco.
11. Mandrinado con apoyo del mandrino.
12. Planeado.



**Ilustr. 39 PROCESOS DE FRESADO COMBINADOS**

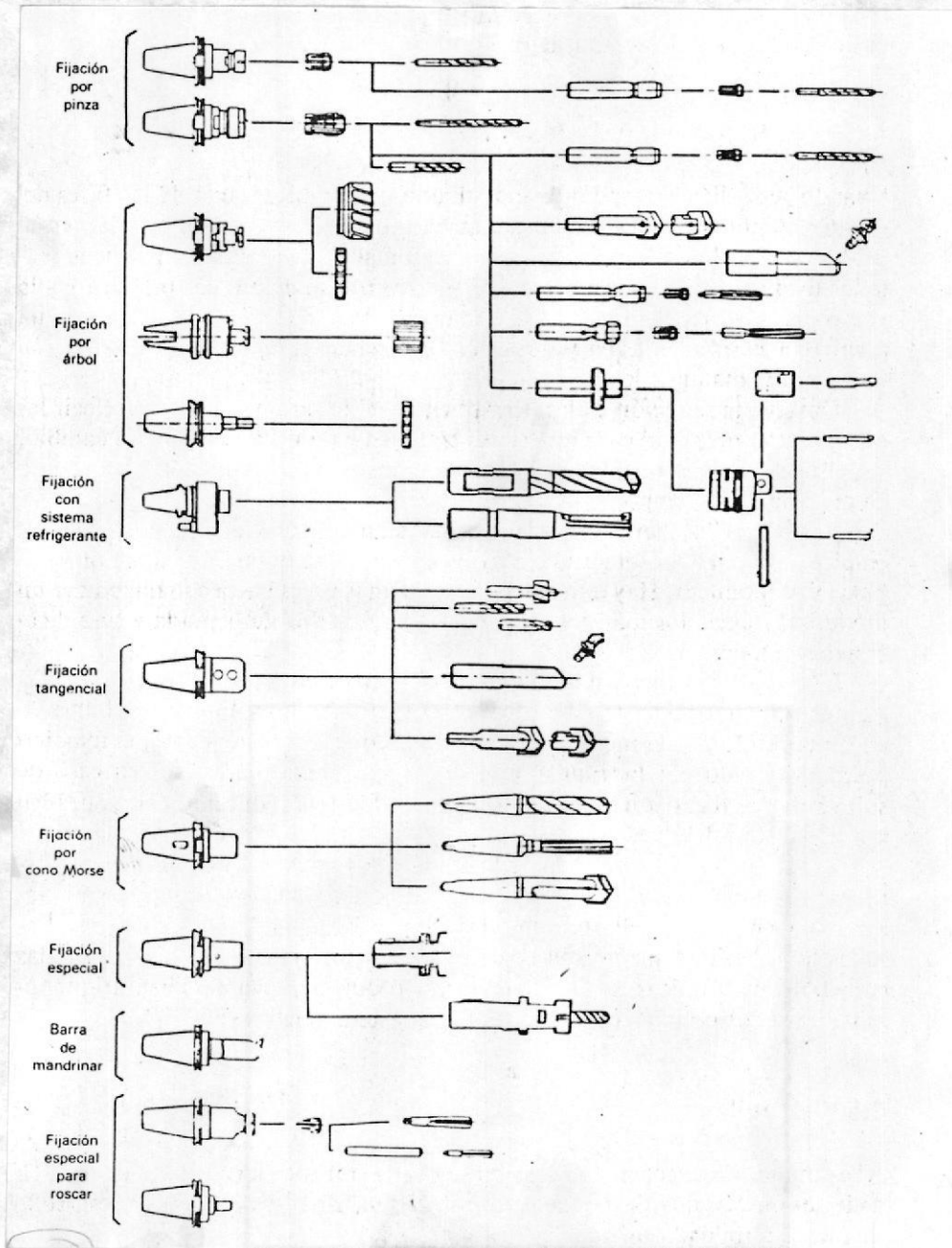


**Ilustr. 40 PROCESO DE MAQUINADO USANDO CAMBIOS DE PLANO EN LA MESA DE TRABAJO**

### 6.4.3. HERRAMIENTAS

La herramienta es el elemento que por su forma y modo de empleo modifica gradualmente la forma de un cuerpo hasta conseguir la pieza deseada. Considerando la importancia de las herramientas en la producción con la fresadora se presenta a continuación ilustraciones donde se muestra los montajes de herramientas sobre los conos de acople, así como algunos tipos de herramienta, para dar una idea al lector de la diversidad que existe.

Esta sección no tiene la intención de enseñar al lector sobre herramientas de corte para la producción con fresadora, dado que el tema es muy amplio además de ser un tema práctico y de ingenio que deberá ser desarrollado por el lector con el tiempo.



**Ilustr. 41** DESPIECE DE ACO-  
 PLES DE LAS HERRAMIENTAS EN  
 LOS CONOS DE MONTAJE A COLO-  
 CARSE EN LA FRESADORA

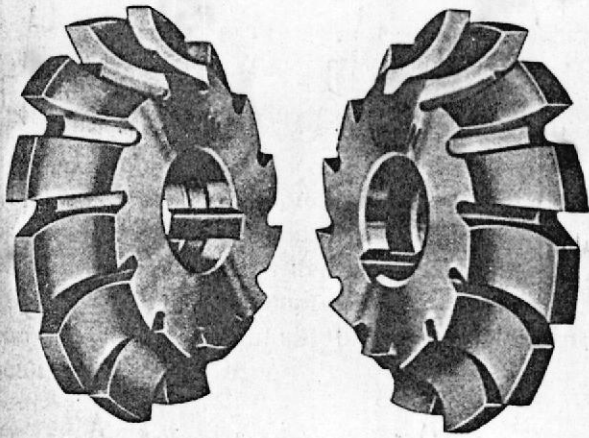


Fig. 10-54. Fresas para redondear cantos (Union Twist Drill Co.)



Fig. 10-59. Fresa de dos labios con mango cónico (Union Twist Drill Co.)

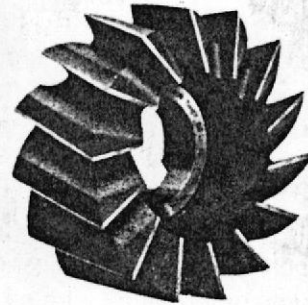


Fig. 10-60. Fresa cilíndrico-frontal (Union Twist Drill Co.)

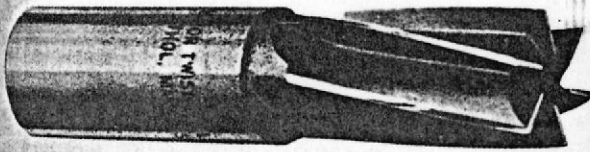


Fig. 10-55. Fresa espiral de mango cilíndrico (Union Twist Drill Co.)



Fig. 10-61. Fresa para ranuras en T (Union Twist Drill Co.)

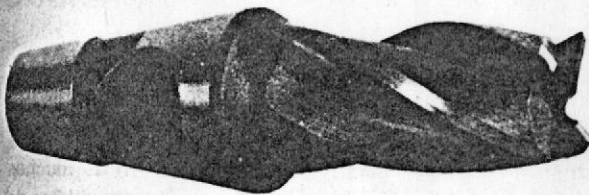


Fig. 10-56. Fresa espiral de mango cónico adecuado para fresadora (Brown & Sharpe Mfg. Co.)

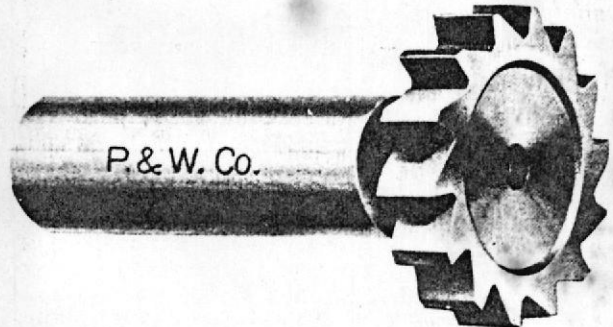


Fig. 10-62. Fresa para chaveteros de lengüetas redondas (Pratt & Whitney Co.)

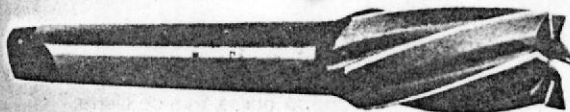


Fig. 10-57. Fresa espiral de mango cónico Brown & Sharpe (Brown & Sharpe Mfg. Co.)



Fig. 10-63. Fresa de módulo (Pratt & Whitney Co.)

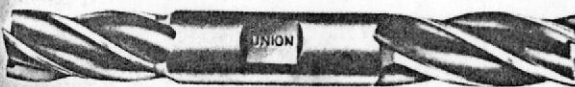


Fig. 10-58. Fresa espiral doble (Union Twist Drill Co.)

**Ilustr. 42 ALGUNAS HERRAMIENTAS USADAS EN LA FRESADORA**

### 6.4.3. UTILLAJES

Al examinar los ciclos de fabricación se pueden entrever la necesidad de recurrir a ciertos medios auxiliares que permiten sostener la pieza durante el desarrollo de una determinada operación.

Dichos medios, que reciben la denominación genérica de utillajes, representan los auténticos y propios aparatos auxiliares para la operaciones mecánicas. Un utillaje constituye un grupo autónomo que, según la finalidad, puede ser aplicado a una determinada máquina-herramienta, haciendo más racional su empleo.

Con la aplicación de estos utillajes a las operaciones de maquinado en las máquinas-herramientas con CNC, se puede alcanzar los siguientes resultados:

1. Utilizar de modo más racional la máquina
2. Reducir al mínimo indispensable los tiempos para la maniobras de montaje y sujeción, cuestión, importante en aquellas

máquinas que no posean cambio automático de pallet.

3. Hacer más fácil la intercambiabilidad de las piezas.

4. Facilitar el cambio de fabricación de una pieza a otra, cambiando el utillaje y el programa.

En general, se puede decir que el diseño del utillaje está relacionado directamente con la pieza a maquinar y que por tanto, a cada pieza le corresponde un utillaje.

#### CONCEPTOS BÁSICOS DEL UTILLAJE

Desde el punto de vista de presentación y localización de la herramienta, la manera en que el diseñador de utillajes se planteará la ejecución de uno para CN no es diferente de como lo haría par una máquina convencional. Ello se debe a que la propia forma de la pieza. Así como las operaciones a que se debe ser sometido para su elaboración, define ya la orientación y posicionamiento de ésta frente a la he-

rramienta.

Sin embargo, sí deberá considerar donde deben ser posicionados las piezas y el utillaje con respecto a la mesa de la máquina, porque esto a su vez puede condicionar los métodos y medios de ejecución por emplear, como son los tipos de herramientas, longitudes de éstas y seguridad de rigidez durante la operación de maquinado.

A continuación se presenta un resumen de las consideraciones que se han de tener en cuenta por parte del diseñador del utillaje, con objeto de definir el lugar adecuado donde debe ser situado éste para realizar el trabajo.

1. Capacidad de los recorridos de la mesa.— La primera norma que se ha de tener en cuenta consiste en observar el lugar que ocupan tanto el utillaje como la pieza dentro del campo de la máquina y, por supuesto, comprobar que todas las operaciones por realizar quedan dentro de los cursos de los carros. De esta manera se si-

túa el utillaje en el plano X, Y.

2. Comprobar el alcance de todas las herramientas.- La óptima posición del utillaje se puede establecer comprobando que todas las herramientas son capaces de maquinarse la parte más profunda de la pieza.

De esta manera queda determinada la posición del utillaje en la dirección Z.

3. Comprobar que las herramientas no son demasiado largas.- Hay que prever que las herramientas se puedan retirar a un punto que permita a la máquina maniobrar con giro de mesa o cambio de herramienta, sin que ello represente ningún problema de longitudes.

4. Máximo aprovechamiento de los datos del diseño.- Cuando se emplea la programación manual, el modo en que se oriente una pieza en la máquina es muy importante, porque puede generar excesivos cálculos. Para evitarlos, la pieza se deberá fijar de manera que la mayoría de los datos y dimensiones con los ejes de la fresadora.

tancias nominales sencillas entre el cero máquina y el cero pieza. En caso contrario, el uso de distancias complejas inducirá fácilmente a errores.

7. Criterio de mínimo atadas.- El último punto por observarse es el que refiere a la posibilidad de realizar la pieza en el menor número de atadas. Para ello se procurará que la pieza quede posicionada en la máquina con la mayor superficie posible libre, sin que ello repercuta en la rigidez de la fijación.

#### 6.4.4. PARÁMETROS DE CORTE

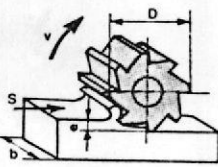
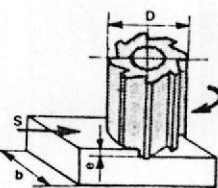
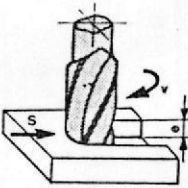
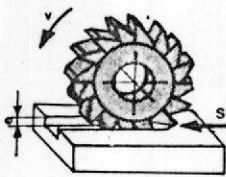
Los parámetros de corte comprenden los valores de la velocidad de corte, velocidad de avance, profundidad de corte, y mas. Los parámetros de corte se deben escoger en base de muchos factores, tipo de herramienta de corte, características de la máquina herramienta, etc.

Dada la gran cantidad de factores que se deben tomar en cuenta para escoger los parámetros de corte, y las características

casi únicas que tiene cada maquinado, el proceso de escoger por cálculos propios los parámetros de corte es muy complicado y poco práctico, es por esto que los fabricantes de herramientas suministran a los usuarios, tablas, reglas de cálculo y más medios en los que se indica los parámetros de corte que se deben escoger en cada caso.

A continuación presentamos algunos ejemplos de las tablas de los fabricantes para el uso de las herramientas de corte.

V. ORE INFORMATIVOS

Operacion de fresado	Material	Desbastado		Acabado		Observaciones
		Velocidad v m/min	Desplazamiento 5 mm/min	Velocidad v m/min	Desplazamiento 5 mm/min	
		Profundidad de pasada ≈ 5 mm		Profundidad de pasada ≈ 1 mm		
<b>CILINDRADO O PLANEADO</b>  <i>b = ancho de la fresa</i>	Acero no aleado hasta 80 kg/mm <sup>2</sup>	16...18	90...150	18...22	60...90	Toda clase de fresado hasta 100 mm de ancho en fresado normal
	Acero ligeramente aleado hasta 110 kg/mm <sup>2</sup> .	10...13	50...70	13...16	35...45	
	Fundición gris	12...14	10...170	14...18	70...100	
	Latón, bronce	30...40	160...220	40...60	100...160	
	Aluminio aleado	180...300	200...350	220...320	100...200	
<b>REFRENTADO</b>  <i>b = 0,8 · D</i>	Acero no aleado	20...25	80...120	25...30	45...70	Ancho del fresado = 0,8 · D, siendo D el diámetro de la fresa
	Acero ligeramente aleado	12...15 32...40	50...70 80...90	16...30 40...45	45...70 56...70	
	Fundición gris	16...20 50...63	110...160 140...200	20...25 63...70	50...80 125...180	
	Latón, bronce.	45...60	220...280	50...70	90...140	
	Aluminio aleado	240...320 400...500	240...360 350...400	260...380 500...630	90...170 250...350	
<b>RANURADO</b>  <i>Fresas de manguito</i>	Acero no aleado	16...18	35...55	20...24	75...100	Las fresas de alto rendimiento deben estar sólidamente fijas
	Acero ligeramente aleado	12...14	15...25	16...28	40...55	
	Fundición gris	14...16	40...75	18...20	80...110	
	Latón, bronce	30...40	60...100	50...60	100...140	
	Aluminio aleado	160...200	60...100	180...240	80...120	
<b>RANURADO</b>  <i>Fresas de disco</i>	Acero no aleado	12...16	26...34	18...24	20...30	Valores contraavance para perfil simple y fresado normal.
	Acero ligeramente aleado	10...14	18...24	14...18	15...20	
	Fundición gris	14...16	35...45	16...22	25...35	
	Latón, bronce	26...32	50...65	30...40	35...35	
	NOTA.— Se considerarán valores iguales a los indicados en operaciones de fresado similares a las expuestas.					

**Ilustr. 43 TABLA GENERAL DE  
LOS PARÁMETROS DE CORTE  
PARA HERRAMIENTAS**

## 6.5. PROBLEMAS EN EL USO DE LA FRESADORA CNC

Las máquinas a control numérico por ser sistemas controlados por computadora, son susceptibles de presentar problemas que no se presentarán en una máquina convencional.

Esta sección tiene como objetivo indicar los inconvenientes mas comunes en el uso de la fresadora CNC de la ESPOL. Se ha de tener en cuenta que los problemas que se indicaran a continuación son inconvenientes que se presentan con frecuencia en la máquina y no son desperfectos del sistema.

A continuación se presenta una lista de posibles problemas:

- 1.- Antes de iniciar los módulos, sobre todo los de control, se debe conectar correctamente los terminales de los periféricos con los que trabajan los módulos (Conexiones en los puertos paralelos y seriales); en caso de haber una mala conección el módulo no arrancara.

Las conexiones a las que nos referimos son para el caso de los módulos de control:

a.- La llave del Denford al puerto paralelo que corresponda.

b.- La conexión de la máquina herramienta al puerto serial que corresponda, se debe recordar que para que el módulo de control encienda la máquina además de conectada debe estar encendida. Para poder operar con la máquina es necesario que además de encendida este el botón de parada de emergencia encendido<sup>(1)</sup>

c.- La conexión del tablero de control (Desk-Top tutor) al puerto serial que corresponda

2.- Para iniciar el funcionamiento de la máquina herramienta (en el caso exclusivo de la fresadora) debe estar abierta la llave de paso del aire, con una presión de 80-100 psi.

Es posible operar la máquina sin presión de aire si no se usa el sistema de cambio automático de herramientas, esto es posible si el carrusel porta-herramientas se encuentra en la posición mas alta (arriba), en caso de no ser así la máquina no funcionara. Es posible subir el carrusel porta-herramientas manualmente, y así debe hacerse en caso de querer ope-

---

<sup>1</sup> El interruptor de desconexión de emergencia, es el botón rojo que encuentra en la parte inferior izquierda de la máquina, y se usa para apagara instantáneamente la máquina herramienta, en caso de presentarse un problema (no se desconecta el computador). Para reconectar el sistema, cuando se ha aplastado el interruptor de emergencia, se debe usar una llave.

rar de esta manera.

3.- Al colocar los conos porta-herramientas en el carrusel de herramientas debe fijarse que calce la ranura de los conos con el macho del carrusel, por que de no ser así, no se lograra el acoplamiento debido al realizarse el cambio.

4.- Si se tiene sin uso (sin aire) el sistema de cambio automático de herramienta, lo mas probable es que al ordenar un cambio de herramienta el sistema funcione mal (se den atoramientos en el cambio de la herramienta; estos atoramientos son peligrosos para el sistema y deben ser evitados). Para remediar el problema debe cerciorarse que la presión de aire este sobre los 80 psi, y si el sistema funciona mal, ayudarlo con algo para que logre el cambio correcto (nunca lo haga con la mano, recuerde que el sistema tiene mas de 80 libras de presión aplicados al cambiar la herramienta), debe repetir la ayuda hasta que el sistema se estabilice (esto sucederá después de 5 ó 6 cambios, ayudados)

5.- Existen casos que por uno u otro motivo la máquina sobrepasa sus límites de recorrido, lo que causa que la máquina se trabé y no se pueda realizar movimiento. Para resolver el problema es necesario que

el operador primero se coloque en modo "PANTALLA DE CONTROL" y de "HOME", y luego aplastando al mismo tiempo el botón de "AXIS", que se encuentra junto al de desconexión de emergencia, debe aplastar las teclas que "X, Y, Z", lo que hará avanzar a la máquina hasta una posición en la que puede operar nuevamente sin problema.

#### RECOMENDACIONES PARA USUARIOS

- 1.- Debe ser muy cuidadoso con los movimientos de la máquina, sobre todo en movimiento rápido "G00", para evitar choque, que muy fácilmente producirán daños considerables.
- 2.- Debe cerciorarse que el utillaje escogido permita el cambio de herramientas (Debe probar antes de fijar la pieza).
- 3.- Debe cerciorarse que los límites de la máquina no sean sobrepasados para evitar choques.
- 4.- No siempre lo que indica la simulación se cumple en la ejecución real del programa (Es común que sea posible ejecutar operaciones que en la simulación son imposibles).

5.- Compruebe siempre con la simulación antes de ejecutar un programa una vez que vaya a ejecutar pruebe en vacío (sin cortar en el aire) y verificando paso a paso si es posible.

6.- Recuerde que las máquinas herramientas CNC de la ESPOL son educativas y no están provistas de motores potentes. Debe escoger los parámetros de corte con cuidado.

## CAPÍTULO VII

### EJEMPLOS

#### 7.1. INTRODUCCIÓN

Durante los capítulos anteriores se ha tratado de introducir al lector en el campo teórico de la producción con máquina CNC; este capítulo tiene la intención de mostrar al lector las capacidades de las máquinas herramientas CNC, así como de presentarle algunos ejercicios que le sirvan como práctica en el inicio.

Los ejemplos que se presentan en este capítulo se han desarrollado usando la comunicación entre los programas "AUTOCAD"(CAD - diseño asistido por computadora), "MASTERCAM"(CAM - manufactura asistida por computadora), y, "DENFORD"(CNC - control numérico por computadora), a continuación se da una ligera explicación de la forma en que se establece el interfase entre los diferentes programas usados.

## INTERFASE ENTRE LOS PROGRAMAS MASTERCAM-AUTOCAD

El programa "MASTERCAM" está concebido para facilitar enormemente la programación de máquinas CNC. Consiste en un programa de CAD simple en donde se dibuja la pieza de la que se desea manufacturar; una vez hecho el dibujo es posible pedirle al "MASTERCAM" que desarrolle el programa que describe la trayectoria de la herramienta.

Existe la posibilidad de establecer comunicación del "MASTERCAM" hacia "AUTOCAD" o viceversa, a continuación describiremos los dos procesos:

Interfase "MASTERCAM" hacia "AUTOCAD".- El proceso consistiría en llevar los dibujos hechos en "MASTERCAM" hacia el "AUTOCAD" para por ejemplo: acotarlos, e imprimirlos para la presentación (En la versión de "MASTERCAM" que tiene la facultad no es posible imprimir con calidad los dibujos de las piezas).

El proceso es el siguiente:

- 1.- Coloco en pantalla el dibujo que quiero convertir para llevarlo "AUTOCAD", se debe recordar que se transformará todo el dibujo, incluso los "LAYERS" apagados.

2.- Dentro del menú principal escojo las siguientes opciones en el orden: MAIN MENU-FILE-CONVERT-IGES-WRITE, dígito el nombre del archivo que voy a escribir y presiono "ENTER", para terminar.

3.- Si deseo puedo verificar si se ha creado el archivo con el nombre dado y la extensión "IGS", después de la operación antes indicada.

4.- Una vez terminado las operaciones anteriores inicio el "AUTOCAD" y en el menú principal dígito la opción #1, luego coloco el nombre del archivo que quiero abrir seguido por un igual. Ejemplo: nombre=

5.- Una vez iniciado el dibujo, dígito las siguientes ordenes: UTILITY-IGES-IGESIN, me aparecerá la pregunta de que directorio deseo la conversión, en nuestro caso debe poner C:\NC\IGS\NOMBRE.IGS

6.- Debera aparecer si es que a realizado bien los pasos el dibujo del "MASTERCAM", en algunos casos sera necesario dar un "ZOOM ALL" para divisar el dibujo.

Interfase de "AUTOCAD" hacia "MASTERCAM".- Si se desea llevar dibujos hechos en "AUTOCAD" a "MASTERCAM" se debe seguir el siguiente procedimiento:

1.- Colocarse en "AUTOCAD" en la geometría que deseo transformar

2.- Tomar los siguientes comandos UTILITY-IGES-IGES-SOUT, me aparece un menú que me dice en que directorio va ser grabada la geometría, con que extensión, que nombre de archivo, pudiendose cambiar cualquiera de estos datos; en el centro del menú se presentan los subdirectorios, pudiendo seleccionar cualquiera de ellos si queremos grabar nuestra geometría ahí. Se debe tener muy en cuenta que seran transformados todos los gráficos incluyendo los "LAYERS" apagados, los textos y dimensiones no seran transformados.

3.- Una vez realizados todos los pasos anteriores me paso al "MASTERCAM", en donde selecciono los siguientes comandos FILE-CONVERT-IGES-READ, digito el archivo a leer con el mismo directorio, subdirectorio nombre y extensión que utilice en el "AUTOCAD".

4.- Una vez terminada la conversión digito: MAIN MENU-SCREEN-MISC-FIT, lo que me dara una vision global del archivo que he convertido, luego de esto esta en disposición para grabar el archivo.

#### INTERFASE ENTRE EL MASTERCAM-DENFORD

El "MASTERCAM" como se menciona con anterioridad es un programa para ayudarse en la programación de máquinas CNC, que tiene la capacidad de darnos los programas que deseemos codificados para el tipo de control que tenga la máquina herramienta con la que

estemos trabajado, es decir si el controlador es "FANUC" el "MASTERCAM" puede darnos el programa para que los entienda la máquina con este controlador, siempre y cuando se configure adecuadamente el "MASTERCAM" para este fin, la configuración y manejo adecuado del "MASTERCAM", no se ha mencionado en esta tesis por rebasar los objetivos de la misma, pero los ejemplos que se presentan son una muestra de lo que se puede lograr usando programas de "CAM" para aligerar el trabajo de la programación en máquinas CNC.

Una vez logrado el programa tipificado para el controlador de la máquina, en el caso de la fresadora "TRIFANUC", se debe simplemente copiar el programa directamente entre los programas MASTERCAM-DENFORD, si es que esta trabajado en el con el mismo computador, o por medio de un disquette si es de una computadora a otra; no es necesario hacer ningún tipo de transformación extra.

## **7.2. DESCRIPCIÓN DE LOS EJEMPLOS**

En la sección anterior hemos indicado el objetivo del capítulo y la forma en que se han elaborado los ejemplos, en esta sección vamos a describir los ejemplos uno a uno para mostrar al lector en que consisten y así facilitar su comprensión.

Los ejemplos se puede dividir en dos partes, los ejemplos para práctica y los ejemplos de demostración. Se pueden considerar como ejercicios de práctica los 7 primeros ejemplos; mientras que los cuatro últimos ejemplos son el procedimiento que se seguiría para obtener un molde de piso de zapato para vulcanizado en caucho, este ejemplo nos muestra en algo las capacidades de la máquina unidas a las ventajas de usar programas de "CAM" en nuestro caso el "MASTER-CAM".

Todos los ejemplos se han presentando con un dibujo previo donde se especifican las dimensiones, en los que no se especifican las dimensiones es porque son demasiadas y no se ha considerado apropiado, porque son mas bien ejemplos de demostración.

Es posible ayudarse en la programación manual usando el la función "LIST" del "AUTOCAD" en la que se muestra las características de los dibujos que se hacen con mucho detalle.

Es posible si así se desea usar los dibujos presentados como referencia para hacer los programas puesto que están hechos en escala 1:1, a excepción que se indique lo contrario, además se presentara como ayuda extra un compendio de los ejemplos y dibujos que aquí

se presentan así como de más otros ejemplos que pueden servir realizados.

Desde el ejemplo uno hasta el cuatro se puede considerar como un solo ejercicio de desarrollo progresivo, dado que lo que se ha hecho es modificar la figura inicial para volver más complicada la programación.

Ejemplo #1.- Consiste en programar el contorno de un cuadrado con las medidas que se muestran para el dibujo nombrado como "Ejercicio #1".

Ejemplo #2.- Consiste en programar el contorno anterior con las modificaciones que se muestran en el dibujo, aquí ya se incluye líneas con pendiente y arcos de 180 grados.

Ejemplo #4.- Consiste en programar la forma que se considero en ejemplo #2 con la diferencia que se ha dado radio (R5) a los bordes que antes eran cuadrados, estos bordes redondeados no son mas que secciones de arcos que deben ser programados.

Ejemplo #4.- Tiene dos partes y consiste en programar en el primer caso la forma que se tomo en el ejemplo #3 más el sacado o vaciado de un cuadrado interior

que tiene esquinas con radio (R2.5), se muestra la forma a la que nos referimos en el dibujo principal 4 y en el dibujo 4 que señala el vaciado al que nos referimos.

La segunda parte del ejemplo #4 consiste en un vaciado con una isla, la forma que se ha escogido es la misma anterior, sino que se ha programado el vaciado interior considerando como isla (Las partes que no se retiran en un vaciado, se las llama islas por su similitud con las islas en el mar) el cuadrado con radio del que se hablo con anterioridad, se muestra lo que se ha programado con el dibujo del ejemplo #4 especificando el trabajo.

Ejemplo #5.- Es un programa muy parecido al ejemplo #2 en el que se ha programado el contorno del dibujo, con la diferencia que se logro programando manualmente.

Ejemplo #6.- Es el programa del contorno de unas letras, la programación de letras es una muy buen práctica para principiantes, en este caso las letras son un tanto complejas, y no se ha dado dimensiones, aunque el dibujo presentado es escala 1:1, y si desea programar esta forma debe remitirse al dibujo directamente.

Ejemplo #7.- Este programa muestra la forma de usar las subrutinas y ciclos fijos. Consiste en programar cinco veces la forma mostrada en el dibujo del ejemplo #7, considerando como materia prima una plancha de metal de 200x100x10 mm; usando para este fin cinco diferentes herramientas, que son: T1 es una fresa punta recta de 10 mm de diámetro, T2 es una fresa de punta redondeada de 10 mm de diámetro, T3 es una fresa de punta recta de 5 mm de diámetro, T4 es una broca de 10 mm de diámetro, y la T5 es una broca de 5 mm de diámetro.

El gráfico da el detalle de la forma que se ha programado que es una herramienta para sujetar las piezas sobre la mesa de la fresadora; como se dijo con anterioridad el programa es una muestra del uso de las subrutinas, y por tanto junto al programa principal se presentan las diferentes que utiliza, las subrutinas no son mas que otros programas.

Ejemplo del molde del piso de zapato para vulcanizado en caucho.- Desde el ejemplo #7 en adelante lo que se presenta es el procedimiento para lograr el molde de un piso para vulcanizado con caucho. Lo que se desea es el negativo de lo que es el piso de zapato y como tal se debe manufacturar. El procedimiento consiste en sacar la forma del zapato hasta el espesor

del piso, luego se saca un poco más dejando como isla la forma que se muestran en el ejemplo #9 que son una forma metida en el piso, a continuación es necesario sacar el taco del piso, y por último se debe hacer el sacado de los labrados del piso.

La consecución de este trabajo ha llevado un considerable tiempo por que fue necesario desarrollar primero el dibujo en base a una muestra, para luego desarrollar el programa y por último maquinar la forma. El desarrollo de este ejemplo hubiera sido mucho más difícil aun si se usaba solo programación manual, y es por esto que se adjuntado como un ejemplo muy claro de la versatilidad del uso de las técnicas de CAD/CAM en la manufactura.

Todas las formas que a continuación se muestran deben ser maquinadas con fresas planas, las tres primeras con fresas de 5 mm de diámetro y la última con fresas de 3 mm. No se ha acotado ningún dibujo por ser formas muy complicadas.

A continuación se da una explicación mas específica de cada uno de los programas que se desarrollaron para lograr el molde.

Ejemplo #8.- Es el primer paso del proceso de maqui-

nado para el molde, tiene como objetivo desalojar la forma del piso hasta la profundidad que corresponde al ancho de del piso. La trayectoria de la herramienta esta calculada para una fresa de 5 mm de diámetro, y no se ha especificado dimensiones por lo complicado de la forma.

Ejemplo #9.- Dentro del diseño del piso existen unas ligeras concavidades planas, esta parte del proceso tiene por objeto crear las islas en el molde para que al vulcanizar formen esta cavidades.

Ejemplo #10.- El piso que se desea hacer tiene tacón, esta parte del proceso tiene como objetivo crear el agujero que dará lugar al tacón.

Ejemplo #11.- Es la última parte del proceso y consiste en formar las cavidades para dar forma a el labrado de agarre, es probablemente la parte mas difícil de maquinar y se debe hacer con una fresa de 3 mm de diámetro, no se ha adjuntado el programa completo de esta parte por ser demasiado extenso (45 páginas), en su lugar se ha colocado solo la parte inicial.

DESCRIPCION DEL PROCESO PARA OBTENER EL PROGRAMA DE  
FRESADO DE UNA PIEZA, USANDO EL PROGRAMA MASTERCAM

A continuación se describira de manera muy puntual el los pasos que se debe seguir para lograr la pieza deseada. Se presentara al final de los pasos necesarios los planos de avance del grafico. Se debe recordar que la mayoria de las operaciones se logran usando el mouse, tomando la opciones que aparecen en la pantalla del MASTERCAM.

Los pasos a seguir seran:

ARRANQUE DEL MASTERCAM

CD/NC

MC

F9 (DRIVERS)

F1 (MASTERCAM MILL)

F1 (MILL)

CREACION DEL DIBUJO

CREATE

LINE

HORIZONTAL

0

100

0

0

100

125

ALT F1 \* es para agrandar el dibujo

BACKUP

POLAR

POINT

25,0

128

50

55,0

45

80

BACKUP

HORIZONTAL

SKETCH

\*POINT 1&2 LOS TOMO CON MOUSE

20

SKETCH

\*POINT 1&2 CON MOUSE

10

\*POINTS 1&2 CON MOUSE

30

BACKUP

VERTICAL

\*POINTS 3&4 CON MOUSE

25

\* POINTS 3&4 CON MOUSE

55

(ARCS)

MAIN MENU

CREATE

ARC

POLAR

CTR POINT

0,80

15 (RAD)

250

120

BACKUP

CTR POINT

60,75

25

200

180

MAIN MENU

(LINES)

CREATE

LINE

TANGENT

POINT

\*SELECT POINT 5 ON ARC

27.5,125

MAIN MENU

(EDITING PROFILE)

MODIFY

TRIM

2 OBJECTS

\*SELECT POINTS

\*6&7 7&8 8&9 9&10 10&11 11&12 12&13 13&14 14&15

BACKUP

BACKUP

BREAK

2 PIECES

\*SELECT POINT 16

\*SELECT POINT 16

BACKUP

TRIM

2 OBJECTS

\*SELECT POINTS 15&17 17&16

BACKUP

BACKUP

FILLET

RADIUS

5

\*SELECT POINTS

\* 1&2 2&3 3&4 4&1 13&14

MAIN MENU

(HOLES)

CREAT

POINT (POINT A)  
15,55  
BACKUP  
BACKUP  
ARC  
POLAR  
CTR POINT  
POINT  
\*SELECT POINT 7  
2.5  
0  
360  
MAIN  
XFORM  
TRANS  
WINDOW  
\*WINDOW ABOUT CIRCLE PT A  
RECTANGULAR  
15,0  
RESULT  
RECT  
15,0  
RESULT  
RECT  
15,0  
RESULT  
RECT

15,0

RESULT

RECT

15,0

WINDOW

\*ABOUT 5 HOLES CREATED

RECT

0,-15

MAIN

FILE

SAVE

THINGY

(MOVING OBJECT)

MAIN

XFORM

TRANSLATE

WINDOW

\*CREATE WINDOW AROUND OBJECT

RENTANGULAR

10,10

MAIN

DELETE

GROUP

YES

ALT F1

CREACION DEL PROGRAMA NC

MAIN

TOOLPATHS

CONTOUR

THINGY

CHAIN

\*SELECCIONAR EL PUNTO B

\*RECUERDE LA DIRECCION DE AVANCE DEL ROMBO > ó <

CLOSE

END HERE

DONE

PARAMETROS DE CORTE

PARAMS

NEXT SCREEN

CUTTER COMP RIGHT PARA < DIRECCION

COMP LEFT PARA > DIRECCION

CUTTER COMP IN COMPUTER RIGHT < EN ESTA DIRECCION

CUTTER COMP IN COMPUTER LEFT > EN ESTA DIRECCION

CUTTER DIAM-- 6 (DIAMETRO DE CORTE)

FEEDRATE-- 100 (VELOCIDAD EN DIRECCION Z)

PLUNG RATE-- 100 (VELOCIDAD EN DIRECCION X,Y)

SPINDLE SPEED 500 (VELOCIDAD DE ROTACION)

\*SELECT BOTTOM LINE

WRITE

```
YES
END PROG
YES
*FILE THINGY.NC
(PROGRAMA DE SACADO DE MATERIAL POCKET)
MAIN
TOOLPATH
POCKET
THINGY 1
CHAIN
*SELECT POINT 2C
CLOSE
END HERE
DONE
NO
ROUGHING CUT SPACING 4
NØ,FINISH PASSES 1
NEXT SCREEN
*SELECT BOTTOM LINE
YES
END PROG
YES
THINGY1.NC
```

TRANSFERENCIA DE UN DIBUJO DE MASTERCAM A AUTOCAD

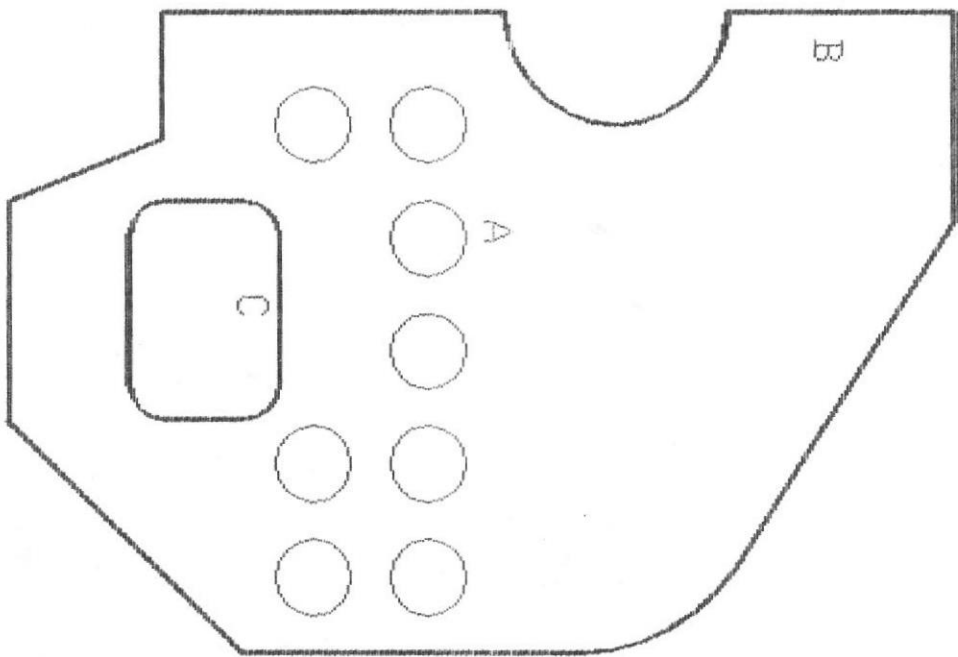
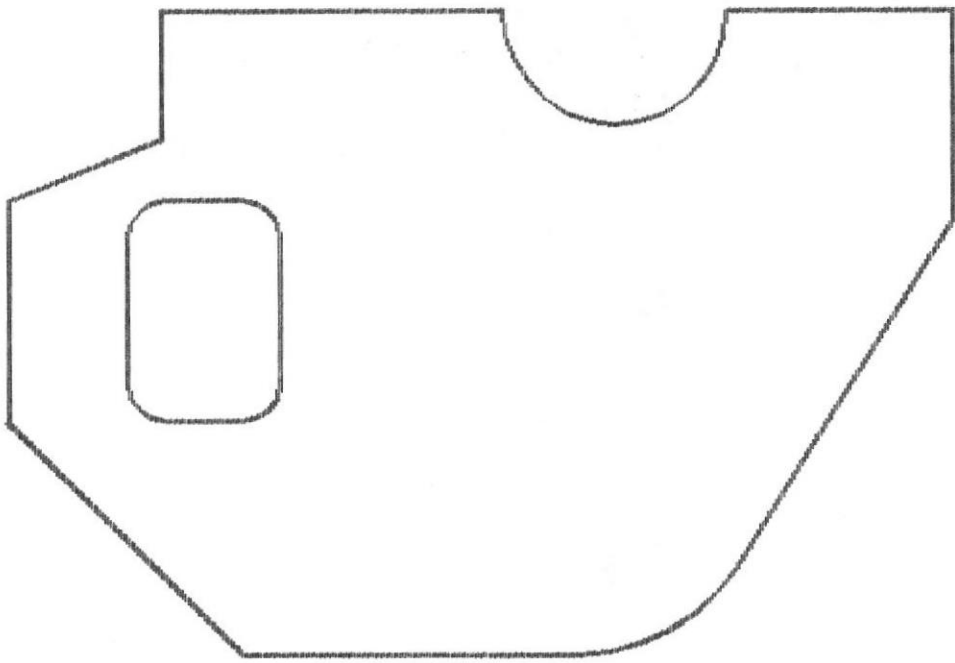
FILE  
MOUSE GET  
\*GE3  
\*SELECT THINGY.GE3  
YES  
CONVERT  
IGES  
WRITE  
THINGY  
ENTER  
THINGY  
MAIN  
EXIT  
YES  
ENTER  
F10

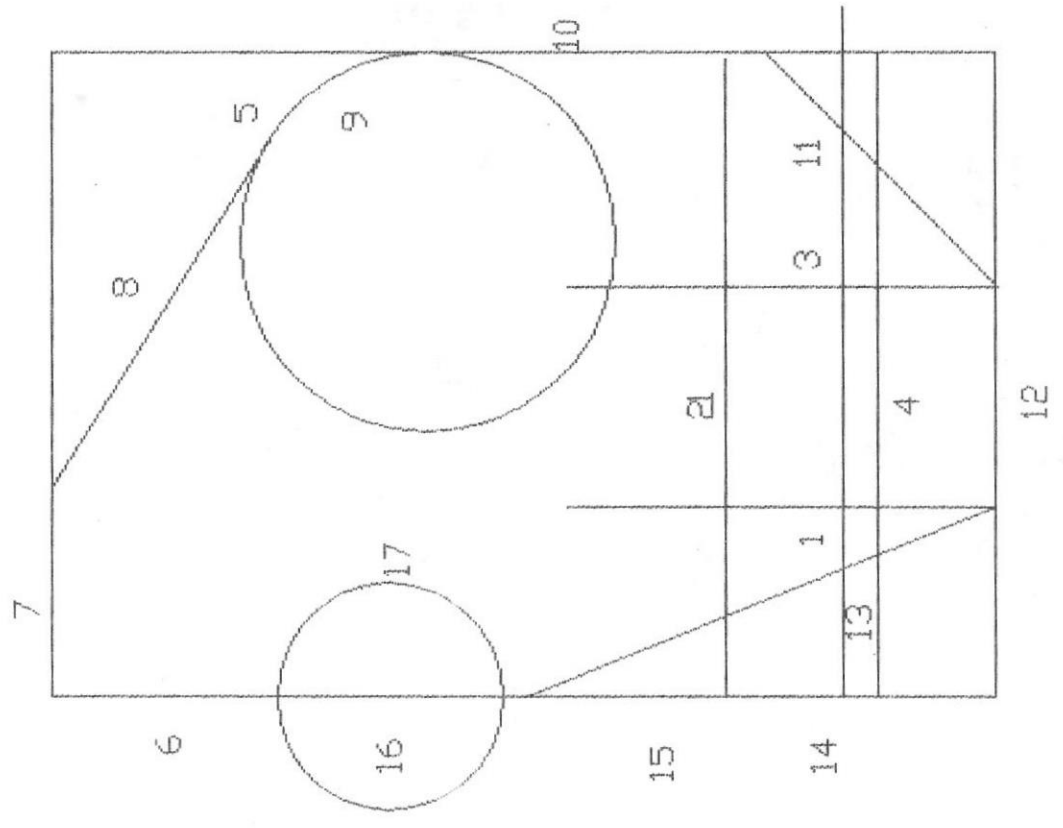
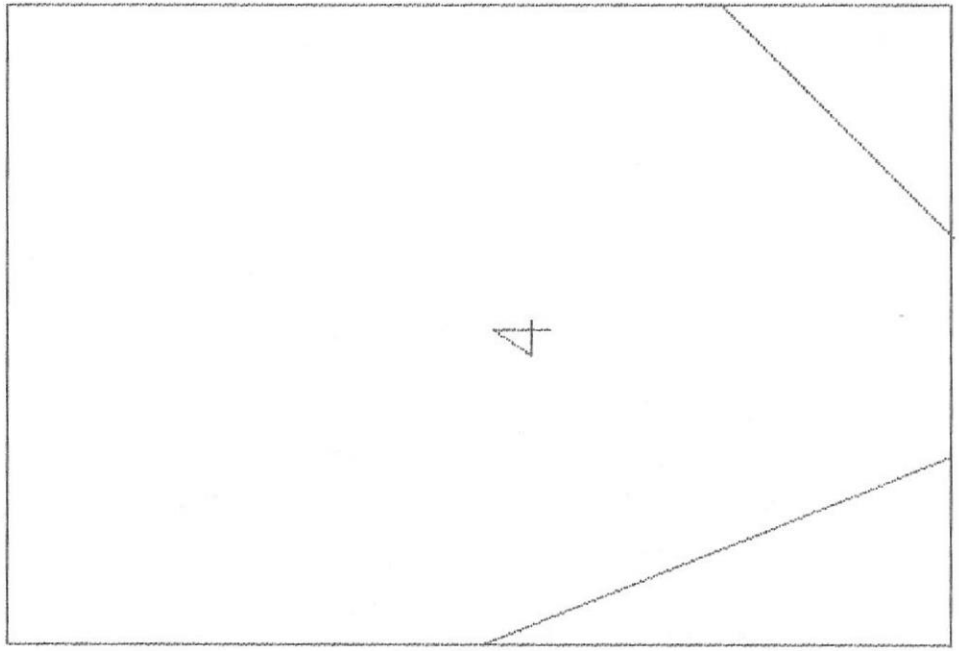
TRANSFERENCIA DEL PROGRAMA NC AL DENFORD

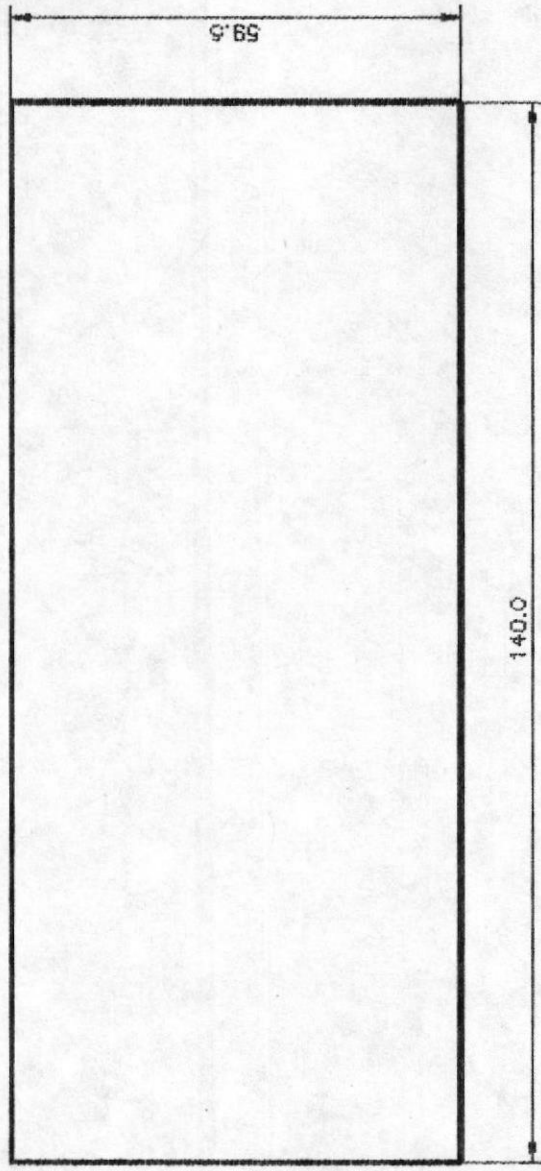
COPY THINGY.NC C:\DENFORD  
COPY THINGY1.NC C:\DENFORD  
CD\DENFORD  
COPY THINGY.NC THINGY.FNC  
COPY THINGY1.NC THINGY1.FNC  
FANUCMD (CONNECT DESK TOP CONTROLER)

F10  
CNC FILES  
LOAD  
THINGY.FNC  
F10  
SETTINGS  
SIMULATION  
SHOW TOOL Y  
RESET  
F9  
RUM PROGRAMME  
F9  
VIEW 3D  
F10  
QUIT









FECHA	NOMBRE
1/6/93	D. MORAN
1/6/93	M. EASSEN
1/6/93	E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

EJEMPLO #1



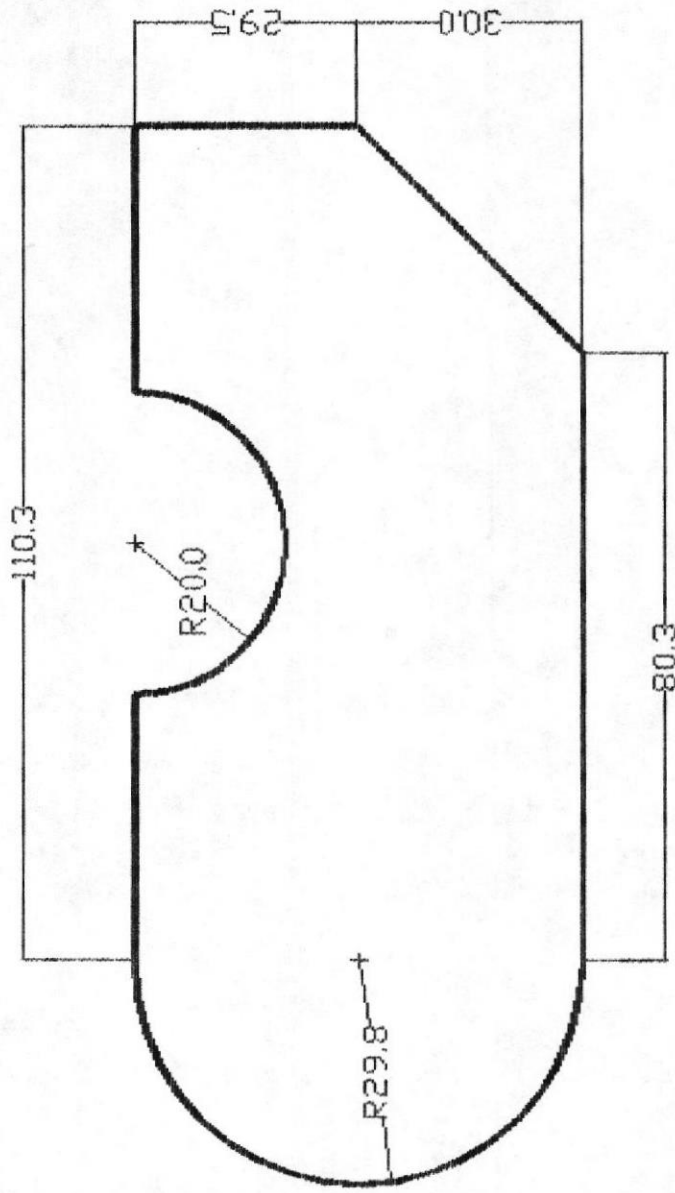
ESCALA  
1/1

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\TE1A.FNC

CNC program author : A N Other

```
[BILLET X200 Y85 Z85 ;
[TOOLDEF T1 D5 Z22 ;
N100 G90 G80 G40 ;
N101 G0 X10 Y10 Z80 ;
N102 G92 X10 Y10 Z80 ;
N110 M06 T1 ;
N120 M42 ;
N130 M67 M03 S1500 ;
N140 G0 Z5 ;
N141 X13.2532 Y84.1487 ;
N150 G1 Z-10 F100 ;
N160 G1 X153.2532 F200. ;
N170 G2 X155.7532 Y81.6487 I0. J-2.5 ;
N180 G1 Y22.1487 ;
N190 G2 X153.2532 Y19.6487 I-2.5 J0. ;
N200 G1 X13.2532 ;
N210 G2 X10.7532 Y22.1487 I0. J2.5 ;
N220 G1 Y81.6487 ;
N230 G2 X13.2532 Y84.1487 I2.5 J0. ;
N240 G40 ;
N250 G28 G91 Z10 M05 ;
N260 M30 ;
```



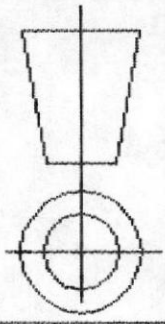
FECHA	NOMBRE
DIBUJO 1/6/93	D. MORA
REVISO 1/6/93	M. EASDN
COMPROBO 1/6/93	E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

ESCALA  
1/1

EJEMPLO # 2

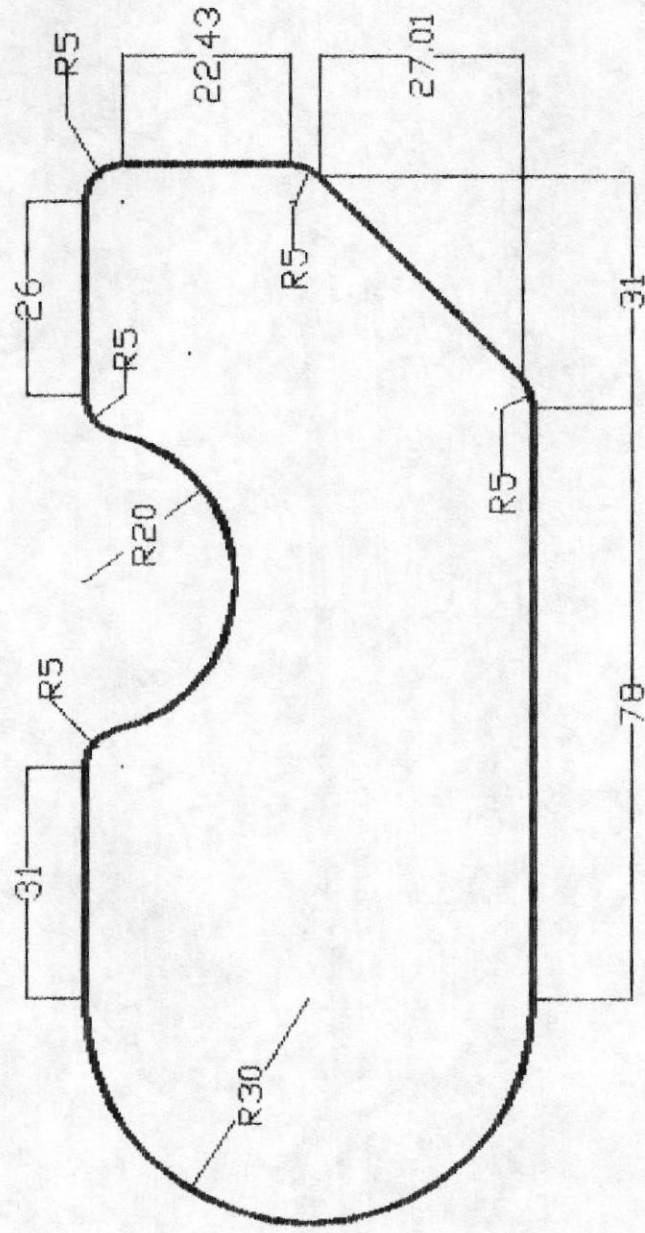


----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\TES1B.FNC

CNC program author : A N Other

```
[BILLET X200 Y85 Z85 ;
[TOOLDEF T1 D5 Z22 ;
N101 G40 G90 G21 ;
N102 M06 T1 H1 ;
N104 G00 G90 X10 Y10 Z70 ;
N105 G92 X0 Y0 Z70 ;
N106 M03 S1500 F200 ;
N108 G0 X140. Y64. ;
N110 G43 Z5. ;
N112 G42 G1 Z-10 ;
N113 X104.875 F200. ;
N114 G3 X100.375 Y59.5 I0. J-4.5 ;
N116 G2 X69.375 I-15.5 J0. ;
N118 G3 X64.875 Y64. I-4.5 J0. ;
N120 G1 X29.75 ;
N122 G3 Y-4.5 I0. J-34.25 ;
N124 G1 X110. ;
N126 G3 X113.182 Y-3.182 I0. J4.5 ;
N128 G1 X143.182 Y26.818 ;
N130 G3 X144.5 Y30. I-3.182 J3.182 ;
N132 G1 Y40. ;
N134 Y59.5 ;
N136 G3 X140. Y64. I-4.5 J0. ;
N138 G40 ;
N140 G28 G91 Z10 M05 ;
N142 M30 ;
```



DIBUJO	FECHA	NOMBRE
REVISO	1/6/93	D. HORA
CONFIRMO	1/6/93	M. EASON
	1/6/93	E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

ESCALA  
1:1

EJEMPLO # 3

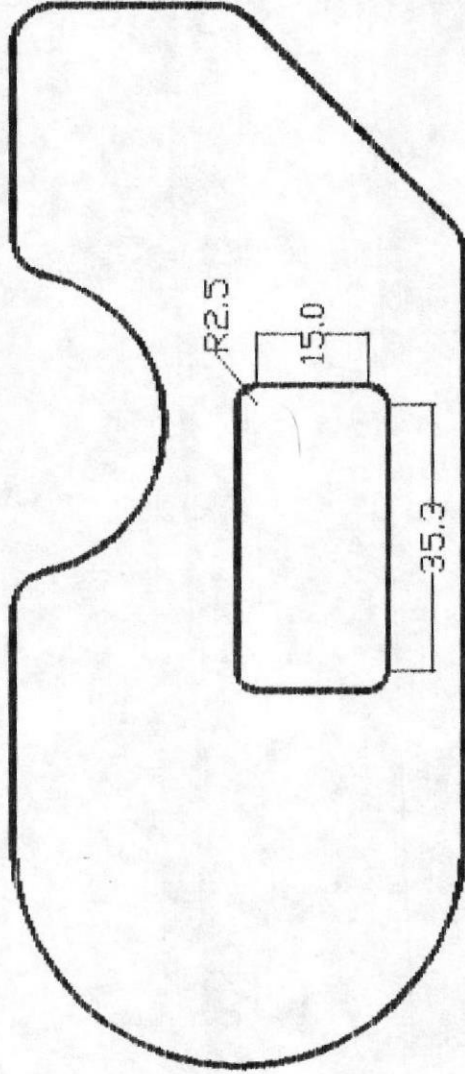


----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\TES1C.FNC

CNC program author : A M Other

```
[BILLET X200 Y85 Z85 ;
[TOOLDEF T1 D5 Z22 ;
N102 M06 T1 H1 ;
N104 G0 X10 Y10 Z70 ;
N105 G92 X0 Y0 Z70 ;
N106 M03 F200 S1500 ;
N108 G0 X109.3699 Y64. ;
N110 G43 Z5. ;
N112 G1 Z-10 F100. ;
N114 G41 D5 X135. F200. ;
N116 G2 X144.5 Y54.5 I0. J-9.5 ;
N118 G1 Y40. ;
N120 Y32.071 ;
N122 G2 X141.7175 Y25.3535 I-9.5 J0. ;
N124 G1 X114.6465 Y-1.7175 ;
N126 G2 X107.9289 Y-4.5 I-6.7176 J6.7175 ;
N128 G1 X29.75 ;
N130 G2 Y64. I0. J34.25 ;
N132 G1 X60.3801 ;
N134 G2 X69.6882 Y56.4 I0. J-9.5 ;
N136 G3 X100.0618 I15.1868 J3.1 ;
N138 G2 X109.3699 Y64. I9.3081 J-1.9 ;
N140 G0 Z5. ;
N142 G40 ;
N144 G28 G91 Z10 M05 ;
N146 G90 M30 ;
```



FECHA	NOMBRE
DIBUJO 1/6/93	D. MORA
REVISO 1/6/93	M. EASSEN
CONPROBO 1/6/93	E. ORDES

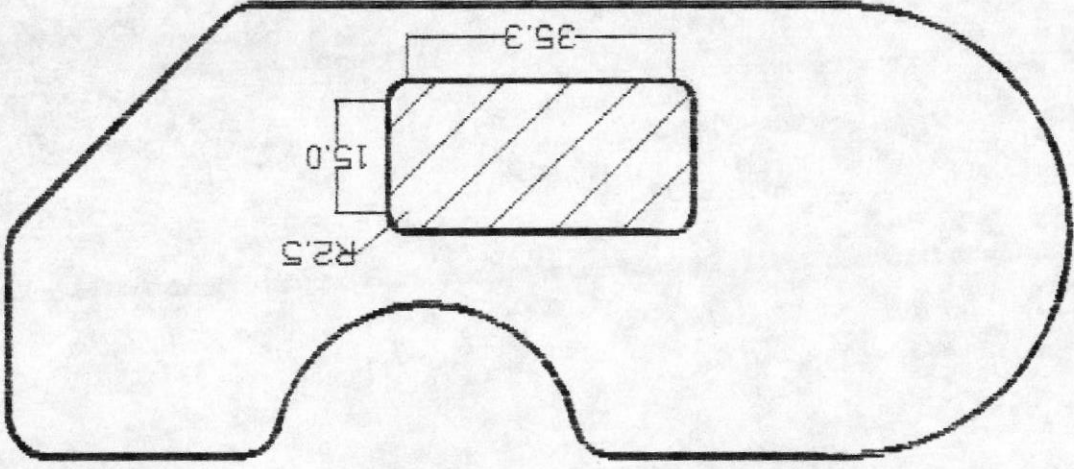
FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

EJEMPLO # 4

ESCALA  
1:1



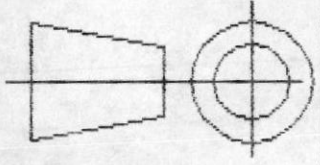


FECHA	NOMBRE
1/6/93	D. MORVA
REVISO	1/6/93 H. EASDN
COMPROBÓ	1/6/93 E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

EJEMPLO # 4



ESCALA

M

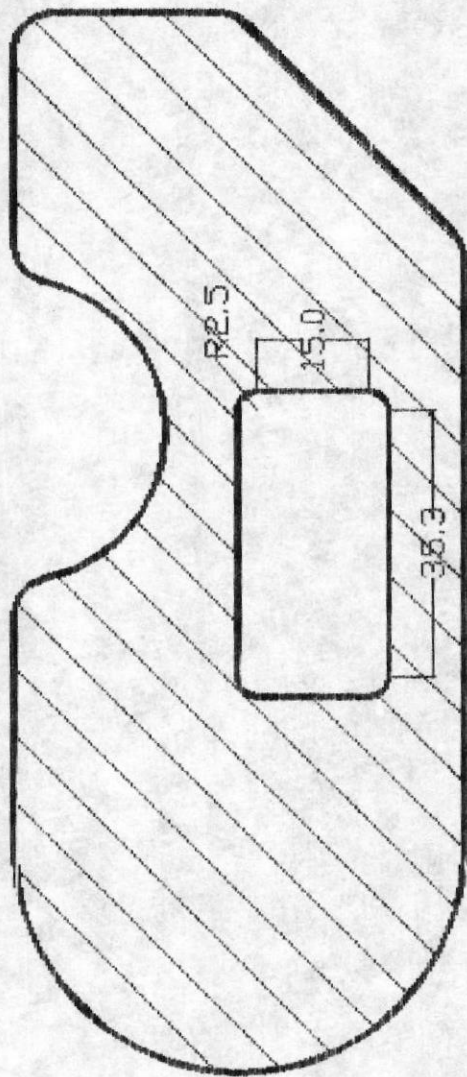
----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\TES1D.FNC  
CNC program author : A N Other

```
[BILLET X200 Y85 Z85 ;
[TOOLDEF T1 D5 Z22 ;
N102 M06 T1 H1 ;
N104 G0 X10 Y10 Z70 ;
N105 G92 X0 Y0 Z70 ;
N106 M03 F200 S1500 ;
N108 G0 X109.3699 Y64. ;
N110 G43 Z5. ;
N112 G1 Z-10 F100. ;
N114 G41 D5 X135. F200. ;
N116 G2 X144.5 Y54.5 I0. J-9.5 ;
N118 G1 Y40. ;
N120 Y32.071 ;
N122 G2 X141.7175 Y25.3535 I-9.5 J0. ;
N124 G1 X114.6465 Y-1.7175 ;
N126 G2 X107.9289 Y-4.5 I-6.7176 J6.7175 ;
N128 G1 X29.75 ;
N130 G2 Y64. I0. J34.25 ;
N132 G1 X60.3801 ;
N134 G2 X69.6882 Y56.4 I0. J-9.5 ;
N136 G3 X100.0618 I15.1868 J3.1 ;
N138 G2 X109.3699 Y64. I9.3081 J-1.9 ;
N140 G0 Z5. ;
N142 G40 ;
N144 G28 G91 Z10 M05 ;
N146 G90 ;
N106 M03 F200 S1500 ;
N108 G0 X52.2184 Y12.252 ;
N110 G43 Z5 ;
N112 G1 Z-10 ;
N114 X87.5315 F200. ;
N116 G3 X87.75 Y12.5 I-.0316 J.248 ;
N118 G1 Y14.4657 ;
N120 X52. ;
N122 Y16.6794 ;
N124 X87.75 ;
N126 Y18.8931 ;
N128 X52. ;
N130 Y21.1069 ;
N132 X87.75 ;
N134 Y23.3206 ;
N136 X52. ;
N138 Y25.5343 ;
N140 X87.75 ;
N142 Y27.5 ;
```

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N144 G3 X87.5315 Y27.748 I-.25 J0. ;  
N146 G1 X52.2184 ;  
N148 X52.25 Y27.75 ;  
N150 X87.5 ;  
N152 G2 X87.75 Y27.5 I0. J-.25 ;  
N154 G1 Y12.5 ;  
N156 G2 X87.5 Y12.25 I-.25 J0. ;  
N158 G1 X52.25 ;  
N160 G2 X52. Y12.5 I0. J.25 ;  
N162 G1 Y27.5 ;  
N164 G2 X52.25 Y27.75 I.25 J0. ;  
N166 G0 Z5 ;  
N168 G28 G91 Z10 M05 ;  
N170 M30 ;



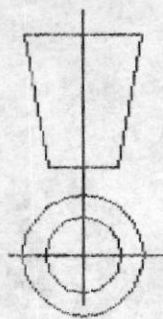
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	1/6/93	D. MORA
REVISO	1/6/93	M. EASIN
CONFIRMO	1/6/93	E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

EJEMPLO # 4

ESCALA  
1:1



----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\TES1F.FNC

CNC program author : A N Other

```
[BILLET X200 Y85 Z85 ;
[TOOLDEF T1 D5 Z22 ;
N100 G90 G80 G40 ;
N102 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;
N103 G0 G90 X10 Y10 Z70 ;
N103 G92 X0 Y0 Z70 ;
N104 G90 G49 M06 T1 ;
N106 M03 S1500 ;
N108 G0 X29.42 Y2.5 ;
N110 G43 H1 Z2 ;
N112 G1 Z-10 F100 ;
N114 X108.03 F200 ;
N116 G3 X109.7 Y3.23 R2.5 ;
N118 G1 X111.44 Y4.98 ;
N120 X18.39 ;
N122 G2 X14.08 Y7.46 R27.25 ;
N124 G1 X113.92 ;
N126 X116.4 Y9.93 ;
N128 X91.79 ;
N130 G3 X92.5 Y12.41 R5. ;
N132 G1 X118.87 ;
N134 X121.35 Y14.89 ;
N136 X92.5 ;
N138 Y17.36 ;
N140 X123.83 ;
N142 X126.31 Y19.84 ;
N144 X92.5 ;
N146 Y22.32 ;
N148 X128.78 ;
N150 X131.26 Y24.8 ;
N152 X92.5 ;
N154 Y27.27 ;
N156 X133.74 ;
N158 X136.21 Y29.75 ;
N160 X91.97 ;
N162 G3 X89.13 Y32.23 R5. ;
N164 G1 X137.5 ;
N166 X92.5 Y21.02 ;
N168 Y12.5 ;
N170 G2 X87.5 Y7.5 R5. ;
N172 G1 X52.25 ;
N174 G2 X47.96 Y9.93 R5. ;
N176 G1 X11.05 ;
N178 G2 X8.73 Y12.41 R27.25 ;
N180 G1 X47.25 ;
```

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N182 G2 X47.25 Y12.5 R5. ;  
N184 G1 Y14.89 ;  
N186 X6.91 ;  
N188 G2 X5.48 Y17.36 R27.25 ;  
N190 G1 X47.25 ;  
N192 Y19.84 ;  
N194 X4.37 ;  
N196 G2 X3.53 Y22.32 R27.25 ;  
N198 G1 X47.25 ;  
N200 Y24.8 ;  
N202 X2.95 ;  
N204 G2 X2.61 Y27.27 R27.25 ;  
N206 G1 X47.25 ;  
N208 Y27.5 ;  
N210 G2 X47.78 Y29.75 R5. ;  
N212 G1 X2.5 ;  
N214 G2 X2.61 Y32.23 R27.25 ;  
N216 G1 X50.62 ;  
N218 X2.95 Y34.7 ;  
N220 X137.5 ;  
N222 Y37.18 ;  
N224 X87.73 ;  
N226 G3 X95.48 Y39.66 R22.5 ;  
N228 G1 X137.5 ;  
N230 Y40. ;  
N232 Y42.14 ;  
N234 X99.18 ;  
N236 G3 X101.75 Y44.61 R22.5 ;  
N238 G1 X137.5 ;  
N240 Y47.09 ;  
N242 X103.64 ;  
N244 G3 X105.06 Y49.57 R22.5 ;  
N246 G1 X137.5 ;  
N248 Y52.04 ;  
N250 X106.1 ;  
N252 G3 X106.82 Y54.52 R22.5 ;  
N254 G1 X137.5 ;  
N256 G3 X135.1 Y57. R2.5 ;  
N258 G1 X109.27 ;  
N260 X107.02 Y55.36 ;  
N262 G3 X106.92 Y55. R2.5 ;  
N264 G2 X82.02 Y37.18 R22.5 ;  
N266 G1 X3.53 ;  
N268 G2 X4.37 Y39.66 R27.25 ;  
N270 G1 X74.27 ;  
N272 G2 X70.57 Y42.14 R22.5 ;  
N274 G1 X5.48 ;  
N276 G2 X6.91 Y44.61 R27.25 ;



----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N278 G1 X68. ;  
N280 G2 X66.11 Y47.09 R22.5 ;  
N282 G1 X8.73 ;  
N284 G2 X11.05 Y49.57 R27.25 ;  
N286 G1 X64.69 ;  
N288 G2 X63.65 Y52.04 R22.5 ;  
N290 G1 X14.08 ;  
N292 G2 X18.39 Y54.52 R27.25 ;  
N294 G1 X62.93 ;  
N296 G2 X62.83 Y55. R22.5 ;  
N298 G3 X60.48 Y57. R2.5 ;  
N300 G1 X29.42 ;  
N302 G91 G28 Z10 ;  
N304 G90 M30 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\THINGY.FNC  
CNC program author : A N Other

```
[BILLET X100 Y150 Z18 ;  
[TOOLDEF T1 D6 L65 ;  
N100 G90 G80 G40 ;  
N102 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;  
N104 G90 G49 M06 T1 ;  
N106 M03 S500 ;  
N108 G0 X13. Y33. ;  
N110 G43 H1 Z100 ;  
N112 G42 G1 Y72.25 F100. ;  
N114 G3 X13. Y107.75 I-3. J17.75 ;  
N116 G1 Y132. ;  
N118 X36.63 ;  
N120 X81.72 Y103.62 ;  
N122 G2 X92. Y85. I-11.72 J-18.62 ;  
N124 G1 Y41.24 ;  
N126 X63.76 Y13. ;  
N128 X36.46 ;  
N130 X23.54 Y29.54 ;  
N132 G3 X16.45 Y33. I-7.09 J-5.54 ;  
N134 G1 X13. ;  
N136 G40 ;  
N138 G91 G28 X0 Y0 Z10 ;  
N140 G90 G49 M30 ;
```

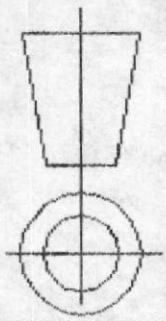
A. E. L. O. L. M

DIBUJO	FECHA	NOMBRE
REVISO	1/6/93	D. NORA
CONFIRMO	1/6/93	H. EASON
	1/6/93	E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

EJEMPLO #6



ESCALA  
1:1

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\AEIM.FNC  
CNC program author : A N Other

```
[BILLET X200 Y85 Z85 ;
[TOOLDEF T1 D3 Z22 ;
N100 G90 G80 G40 ;
N102 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;
N103 G90 G0 X50 Y60 Z62 ;
N103 G92 X0 Y0 Z62 ;
N104 G90 G49 M06 T1 ;
N106 M03 S1500 ;
N108 G0 X7.5 Y20.3 ;
N110 G43 H1 Z2 ;
N111 G1 Z-10 ;
N112 G1 X8.59 F200. ;
N114 X10.31 Y22.52 ;
N116 X11.45 Y20.3 ;
N118 X8.59 ;
N120 G0 Z5 ;
N121 X10.31 Y22.52 ;
N122 G1 Z-10 ;
N123 X14.63 Y32.66 ;
N124 X22.5 ;
N126 X21.63 Y24.88 ;
N128 X20.97 Y22.53 ;
N130 X19.3 Y20.28 ;
N132 X18.21 ;
N134 G0 Z5 ;
N135 X11.45 Y20.3 ;
N136 G1 Z-10 ;
N137 X13.69 ;
N138 G0 Z5 ;
N139 X19.3 Y20.28 ;
N141 G1 Z-10 ;
N142 X23.84 ;
N142 X23.55 Y23.6 ;
N144 X28.55 Y65.35 ;
N146 X25.35 Y57.83 ;
N148 X14.63 Y32.66 ;
N150 G0 Z5 ;
N151 X23.84 Y20.28 ;
N153 G1 Z-10 ;
N153 X24.89 ;
N154 G0 Z5 ;
N155 X22.5 Y32.66 ;
N156 G1 Z-10 ;
N157 X25.35 Y57.83 ;
N158 G0 Z5 ;
N159 X43.85 Y27.08 ;
```

N160 G1 Z-10 #  
N162 X45.5 Y24.81 F200. #  
N164 X44.89 Y22.57 #  
N166 X42.07 Y20.28 #  
N168 X39.21 Y20.29 #  
N170 X37.55 Y22.57 #  
N172 X38.16 Y24.84 #  
N174 X41.02 Y27.08 #  
N176 X43.85 #  
N178 G0 Z5 #  
N180 X54.5 Y20.3 #  
N181 Z5 #  
N182 G1 Z-10 F100. #  
N184 X55.53 F200. #  
N186 X56.98 Y21.41 #  
N188 X59.05 Y24.9 #  
N190 X68.64 Y60.83 #  
N192 X68.45 Y64.19 #  
N194 X67.63 Y65.31 #  
N196 X66.45 #  
N198 G0 Z5 #  
N200 X55.53 Y20.3 #  
N202 G1 F100. #  
N203 Z-10 #  
N204 X62.33 F200. #  
N206 X61.48 Y21.52 #  
N208 X61.28 Y24.78 #  
N210 X66.1 Y42.81 #  
N212 X68.34 Y42.79 #  
N214 X70.23 Y41.75 #  
N216 X70.12 Y34.96 #  
N218 X74.4 Y50.66 #  
N220 X70.88 Y43.92 #  
N222 X68.34 Y42.79 #  
N224 G0 Z5 #  
N226 X62.33 Y20.3 #  
N228 G1 F100. #  
N229 Z-10 #  
N230 X66.08 F200. #  
N232 X69.38 Y21.45 #  
N234 X71.92 Y24.85 #  
N236 X74.62 Y32.67 #  
N238 X71.39 Y20.3 #  
N240 X66.08 #  
N242 G0 Z5 #  
N244 X66.1 Y42.81 #  
N246 G1 F100. #  
N247 Z-10 #  
N248 X70.92 Y60.73 F200. #



----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

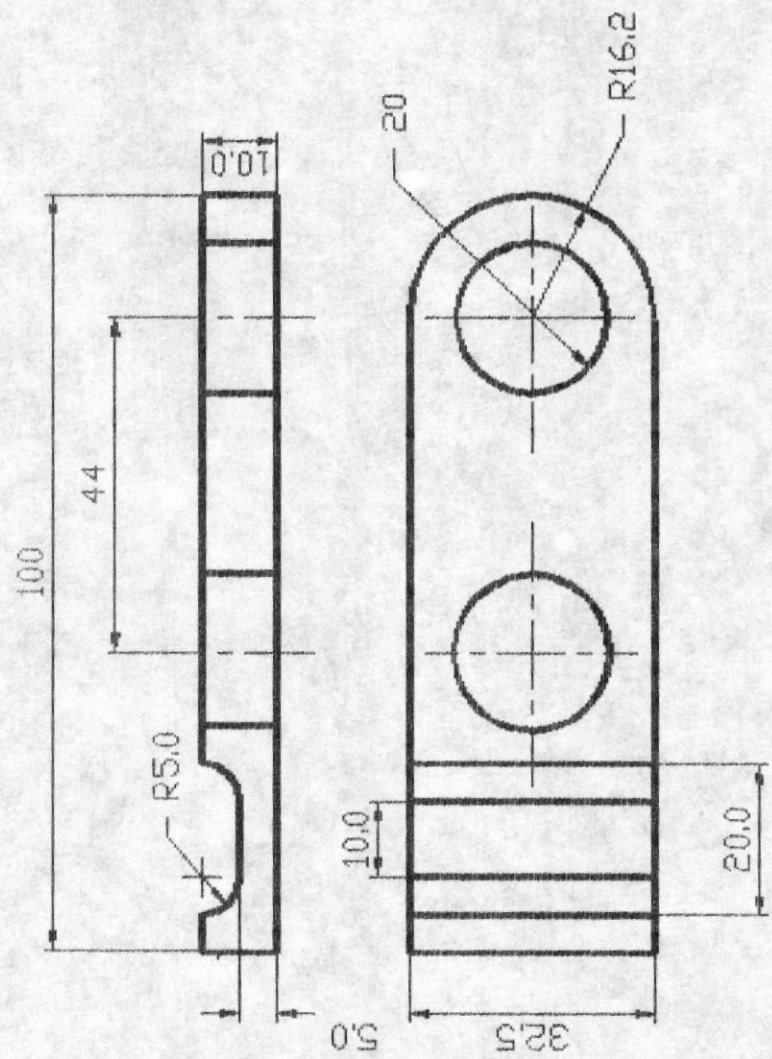
N250 X73.03 Y64.24 ;  
N252 X74.38 Y65.31 ;  
N254 X67.63 ;  
N256 G0 Z5 ;  
N258 X81.67 Y60.78 ;  
N260 G1 F100. ;  
N261 Z-10 ;  
N262 X79.45 Y50.7 F200. ;  
N264 X83.4 Y65.31 ;  
N266 X78.26 ;  
N268 X80.83 Y64.16 ;  
N270 X81.67 Y60.78 ;  
N272 G0 Z5 ;  
N274 X78.26 Y65.31 ;  
N276 G1 F100. ;  
N277 Z-10 ;  
N278 X74.38 F200. ;  
N280 G0 Z5 ;  
N282 X95.86 Y27.08 ;  
N284 G1 F100. ;  
N285 Z-10 ;  
N286 X93.01 Y24.84 F200. ;  
N288 X92.4 Y22.57 ;  
N290 X94.06 Y20.29 ;  
N292 X96.92 Y20.28 ;  
N294 X99.74 Y22.57 ;  
N296 X100.35 Y24.81 ;  
N298 X98.7 Y27.08 ;  
N300 X95.86 ;  
N302 G0 Z5 ;  
N304 X109.35 Y20.3 ;  
N306 G1 F100. ;  
N307 Z-10 ;  
N308 X110.73 F200. ;  
N310 X112.75 Y21.48 ;  
N312 X114.16 Y23.68 ;  
N314 X124.42 Y61.92 ;  
N316 X124.17 Y64.21 ;  
N318 X122.8 Y65.32 ;  
N320 X121.36 ;  
N322 G0 Z5 ;  
N324 X110.73 Y20.3 ;  
N326 G1 F100. ;  
N327 Z-10 ;  
N328 X118.6 F200. ;  
N330 X117.27 Y21.41 ;  
N332 X117.04 Y23.69 ;  
N334 X127.26 Y61.95 ;  
N336 X128.69 Y64.17 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N338 X130.71 Y65.32 ;  
N340 X122.8 ;  
N342 G0 Z5 ;  
N344 X118.6 Y20.3 ;  
N346 G1 F100. ;  
N347 Z-10 ;  
N348 X120. F200. ;  
N350 G0 Z5 ;  
N352 X130.71 Y65.32 ;  
N354 G1 F100. ;  
N355 Z-10 ;  
N356 X132.08 F200. ;  
N358 G0 Z5 ;  
N360 X144.55 Y27.08 ;  
N362 G1 F100. ;  
N363 Z-10 ;  
N364 X147.38 F200. ;  
N366 X149.03 Y24.81 ;  
N368 X148.42 Y22.57 ;  
N370 X145.6 Y20.28 ;  
N372 X142.75 Y20.29 ;  
N374 X141.08 Y22.57 ;  
N376 X141.69 Y24.84 ;  
N378 X144.55 Y27.08 ;  
N380 G0 Z5 ;  
N382 X158.03 Y20.3 ;  
N384 G1 F100. ;  
N387 Z-10 ;  
N386 X158.87 F200. ;  
N388 X160.88 Y22.56 ;  
N390 X161.95 Y20.3 ;  
N392 X158.87 ;  
N394 G0 Z5 ;  
N396 X160.88 Y22.56 ;  
N398 G1 F100. ;  
N399 Z-10 ;  
N400 X171.69 Y63.03 F200. ;  
N402 X170.94 Y65.29 ;  
N404 X170.04 ;  
N406 G0 Z5 ;  
N408 X161.95 Y20.3 ;  
N410 G1 F100. ;  
N413 Z-10 ;  
N412 X162.77 F200. ;  
N414 G0 Z5 ;  
N416 X171.69 Y63.03 ;  
N418 G1 Z0. F100. ;  
N419 Z-10 ;  
N420 X165.61 Y20.27 F200. ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N422 X168.01 Y26.17 ;  
N424 X173.74 Y65.29 ;  
N426 X170.94 ;  
N428 G0 Z5 ;  
N430 X168.01 Y26.17 ;  
N432 G1 F100. ;  
N433 Z-10 ;  
N434 X182.89 Y65.34 F200. ;  
N436 X171.86 Y23.64 ;  
N438 X170.69 Y21.44 ;  
N440 X169.49 Y20.28 ;  
N442 X168.7 ;  
N444 G0 Z5 ;  
N446 X169.49 ;  
N448 G1 F100. ;  
N449 Z-10 ;  
N450 X174.05 F200. ;  
N452 X173.53 Y21.42 ;  
N454 X173.56 Y23.73 ;  
N456 X183.77 Y62.02 ;  
N458 X184.96 Y64.2 ;  
N460 X186.08 Y65.34 ;  
N462 X182.89 ;  
N464 G0 Z5 ;  
N466 X174.05 Y20.28 ;  
N468 G1 F100. ;  
N469 Z-10 ;  
N470 X174.93 F200. ;  
N472 G0 Z5 ;  
N474 X186.08 Y65.34 ;  
N476 G1 F100. ;  
N477 Z-10 ;  
N478 X187.01 F200. ;  
N480 G0 Z5 ;  
N482 G90 G28 Z10 ;  
N484 G90 G49 M30 ;



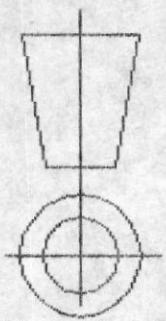
DIBUO	FECHA	NOMBRE
REVISO	1/6/93	D. MORA
CONFIRMO	1/6/93	M. EASON
	1/6/93	E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

EJEMPLO #7

ESCALA  
1:1



----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\1.FNC  
CNC program author : A N Other

```
[BILLET X180 Y100 Z10 ;  
[TOOLDEF T01 D10 Z25 ;  
[TOOLDEF T02 D10 Z25 ;  
[TOOLDEF T03 D5 Z50 ;  
[TOOLDEF T04 D10 Z50 ;  
[TOOLDEF T05 D5 Z20 ;  
G90 G40 G21 ;  
G00 X10 Y10 Z100 ;  
G92 X0 Y0 Z100 ;  
G28 Z20 ;  
M06 T05 ;  
M03 S500 F500 ;  
G00 Z20 ;  
X0 Y16.25 Z5 ;  
M98 P50010 ;  
N10 G28 ;  
M06 T01 ;  
M03 S500 F500 ;  
G00 X0 Y85 Z5 ;  
M98 P10003 ;  
N20 G28 ;  
M06 T02 ;  
M03 S500 F500 ;  
G00 X0 Y90 Z5 ;  
M98 P10006 ;  
N30 G00 X0 Y80 Z5 ;  
M98 P10007 ;  
N40 G28 ;  
M06 T03 ;  
M03 S500 F500 ;  
G00 X16.25 Y10 Z5 ;  
G73 G98 X16.25 Y16.25 Z-10 Q2 R1 ;  
X48.75 ;  
X81.25 ;  
X113.75 ;  
X146.25 ;  
Y60 ;  
X113.75 ;  
X81.25 ;  
X48.75 ;  
G28 ;  
M06 T04 ;  
M03 S500 F500 ;  
G00 Z10 ;  
G73 G98 X16.25 Y16.25 Z-10 Q2 R1 ;
```

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

X48.75 ;  
X81.25 ;  
X113.75 ;  
X146.25 ;  
Y60 ;  
X113.75 ;  
X81.25 ;  
X48.75 ;  
G28 ;  
M06 T05 ;  
M03 F500 S500 ;  
G00 X0 Y16.25 Z5 ;  
M98 P60004 ;  
N60 G28 ;  
M02 M03 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\10.FNC  
CNC program author : A N Other

```
G00 Z0 ;  
G91 ;  
Z-2 ;  
G03 X32.5 R16.25 ;  
G01 Z-2 ;  
G02 X-32.5 R16.25 ;  
G01 Z-2 ;  
G03 X32.5 R16.25 ;  
G01 Z-2 ;  
G02 X-32.5 R16.25 ;  
G01 Z-2 ;  
G03 X32.5 R16.25 ;  
G00 Z15 ;  
G90 ;  
M99 P10 ;
```

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\3.FNC  
CNC program author : A N Other

G01 X0 Z2 ;  
Z0 ;  
Z-2 ;  
X180 ;  
Z-4 ;  
X0 ;  
Z-5 ;  
X180 ;  
G00 Z50 ;  
M99 P20 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\6.FNC  
CNC program author : A N Other

G01 X0 Z2 ;  
Z0 ;  
Z-2 ;  
X180 ;  
Z-4 ;  
X0 ;  
Z-5 ;  
X180 ;  
G00 Z50 ;  
M99 P30 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

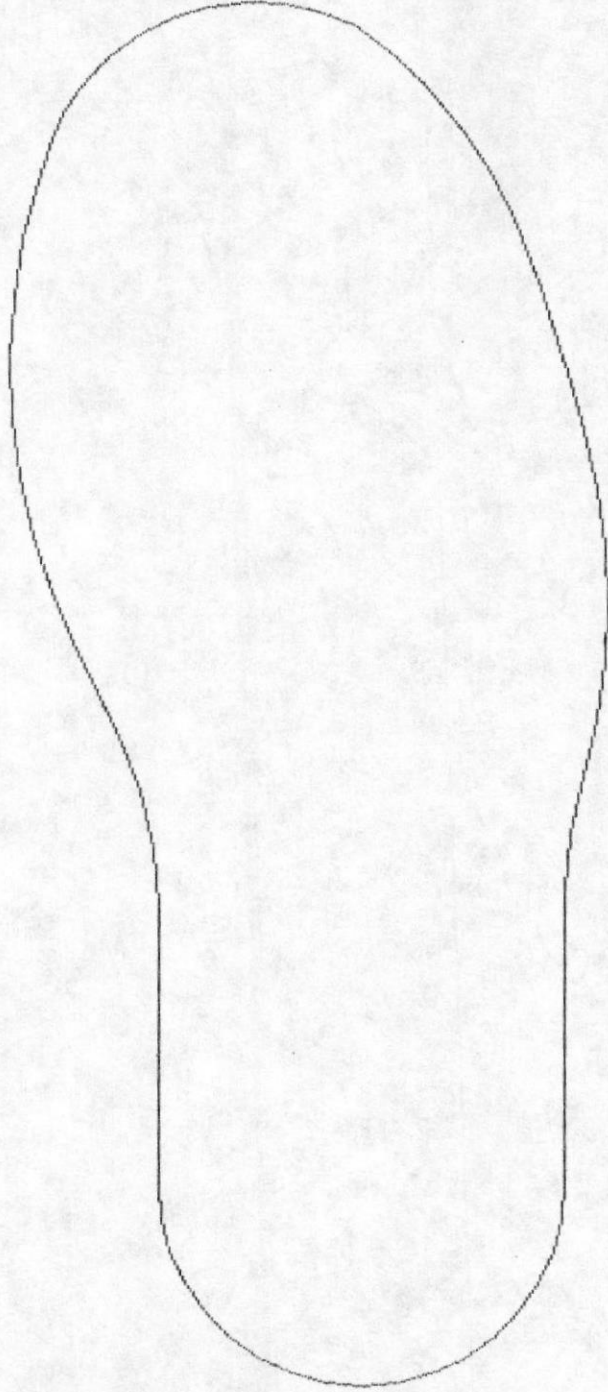
CNC program name : C:\DENFORD\7.FNC  
CNC program author : A N Other

G01 X0 Z2 ;  
Z0 ;  
Z-2 ;  
X180 ;  
Z-4 ;  
X0 ;  
Z-5 ;  
X180 ;  
G00 Z50 ;  
M99 P40 ;

..... Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing .....

CNC program name : C:\DENFORD\4.FNC  
CNC program author : A N Other

G01 Z0 #  
G91 #  
Z-2 #  
Y83.75 #  
Z-2 #  
Y-83.75 #  
Z-2 #  
Y83.75 #  
Z-2 #  
Y-83.75 #  
G00 Z25 #  
X32.5 #  
G90 #  
M99 P60 #

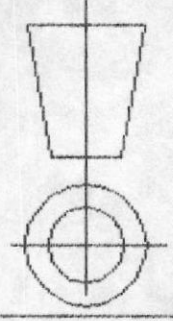


DIBUJO	FECHA	NOMBRE
REVISO	1/6/93	D. HORA
COMPROBO	1/6/93	M. EASON
	1/6/93	E. ORCES

ESPOL

FACULTAD DE MECANICA

EJEMPLO #8



ESCALA  
1:1

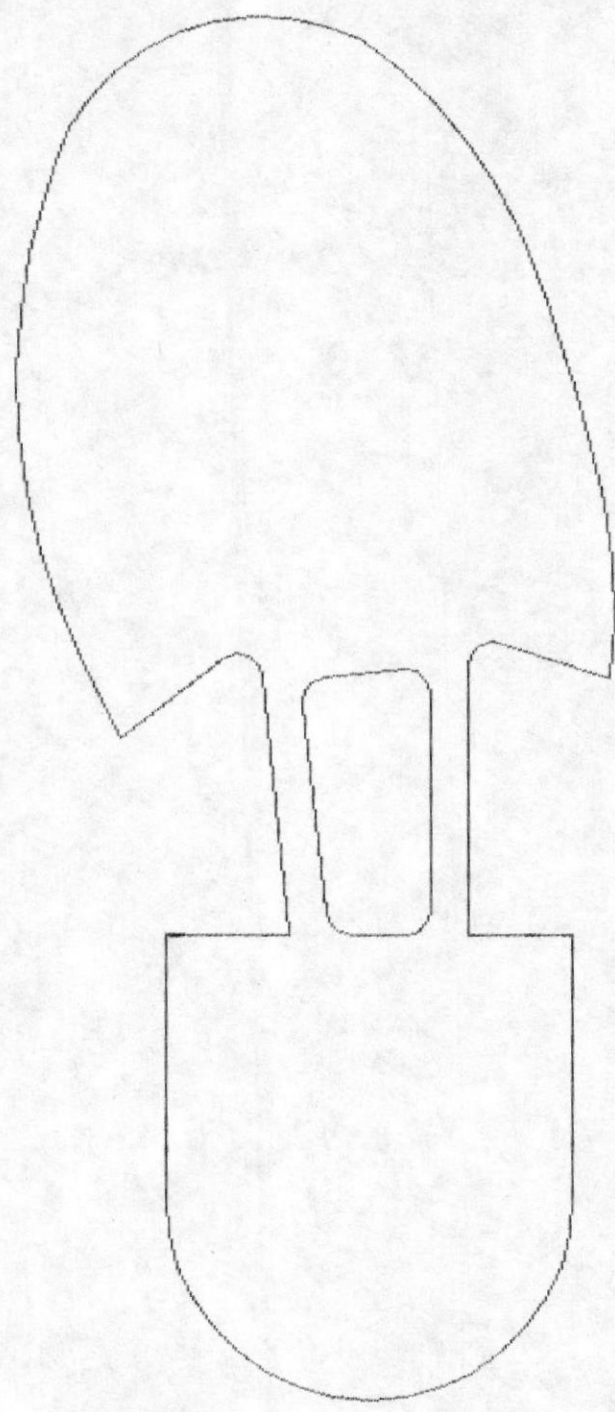
----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\PIE27DP.FNC  
CNC program author : A N Other

```
EBILLET X60 Y50 Z18 ;  
[TOOLDEF T1 D5 Z20 ;  
N100 G90 G80 G40 ;  
N110 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;  
N120 G90 G49 M06 T1 ;  
N130 M03 S1500 ;  
N140 G0 X101.4 Y8.48 ;  
N150 G43 H1 Z2. ;  
N160 G1 Z-4.5 F100. ;  
N170 X102.53 F200. ;  
N180 G3 X121.72 Y10.98 R79.32 ;  
N190 G1 X82.21 ;  
N200 G2 X80.03 Y11.57 R79.32 ;  
N210 G3 X69.45 Y13.48 R78.61 ;  
N220 G1 X130.7 ;  
N230 X131.2 Y13.61 ;  
N240 X134.03 Y14.46 ;  
N250 X138.74 Y15.97 ;  
N260 X16.54 ;  
N270 G2 X12.27 Y18.47 R23.93 ;  
N280 G1 X146.13 ;  
N290 G3 X151.38 Y20.71 R79.32 ;  
N300 X151.97 Y20.97 R53.11 ;  
N310 G1 X9.38 ;  
N320 G2 X7.24 Y23.46 R23.93 ;  
N330 G1 X156.85 ;  
N340 G3 X160.76 Y25.96 R53.11 ;  
N350 G1 X5.61 ;  
N360 G2 X4.38 Y28.46 R23.93 ;  
N370 G1 X164.04 ;  
N380 G3 X166.86 Y30.95 R53.11 ;  
N390 G1 X3.49 ;  
N400 G2 X2.89 Y33.45 R23.93 ;  
N410 G1 X169.31 ;  
N420 G3 X171.47 Y35.95 R53.11 ;  
N430 G1 X2.57 ;  
N440 G2 X2.51 Y38.44 R23.93 ;  
N450 G1 X173.38 ;  
N460 G3 X174.52 Y40.09 R53.11 ;  
N470 X174.92 Y40.94 R26.14 ;  
N480 G1 X2.71 ;  
N490 G2 X3.18 Y43.44 R23.93 ;  
N500 G1 X175.88 ;  
N510 G3 X176.57 Y45.94 R26.14 ;  
N520 G1 X3.94 ;  
N530 G2 X5.01 Y48.43 R23.93 ;
```

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N540 G1 X177. ;  
N550 G3 X177.18 Y50.93 R26.14 ;  
N560 G1 X6.45 ;  
N570 G2 X8.34 Y53.43 R23.93 ;  
N580 G1 X177.13 ;  
N590 G3 X176.84 Y55.92 R26.14 ;  
N600 G1 X10.84 ;  
N610 G2 X14.34 Y58.42 R23.93 ;  
N620 G1 X176.29 ;  
N630 G3 X175.48 Y60.92 R26.14 ;  
N640 G1 X20.37 ;  
N650 G2 X26.43 Y61.7 R23.93 ;  
N660 G1 X62.31 ;  
N670 G3 X75.67 Y63.41 R52.85 ;  
N680 G1 X174.38 ;  
N690 G3 X172.93 Y65.91 R26.14 ;  
N700 G1 X82.99 ;  
N710 G3 X85.6 Y67.1 R52.85 ;  
N720 G1 X88.25 Y68.41 ;  
N730 X171.08 ;  
N740 G3 X168.69 Y70.91 R26.14 ;  
N750 G1 X93.33 ;  
N760 X97.04 Y72.73 ;  
N770 G2 X98.45 Y73.4 R79.64 ;  
N780 G1 X165.49 ;  
N790 G3 X160.71 Y75.9 R26.14 ;  
N800 G1 X104.41 ;  
N810 G2 X112.38 Y78.4 R79.64 ;  
N820 G1 X151.97 ;  
N830 G3 X132.74 Y80.89 R79.64 ;  
N840 G1 X131.61 ;  
N850 X155.77 Y77.32 ;  
N860 G3 X97.04 Y72.73 R79.64 ;  
N870 G1 X85.6 Y67.1 ;  
N880 G2 X62.31 Y61.7 R52.85 ;  
N890 G1 X26.43 ;  
N900 G3 X26.43 Y13.83 R23.935 ;  
N910 G1 X56.58 ;  
N920 G2 X80.03 Y11.57 R78.61 ;  
N930 G3 X123.35 Y11.42 R79.32 ;  
N940 G1 X131.2 Y13.61 ;  
N950 X134.03 Y14.46 ;  
N960 X141.87 Y16.97 ;  
N970 G3 X151.38 Y20.71 R79.32 ;  
N980 X174.52 Y40.09 R53.11 ;  
N990 X155.77 Y77.32 R26.14 ;  
N1000 G0 Z2. ;  
N1010 G91 G28 X0 Y0 Z10 ;  
N1020 G90 G49 M30 ;

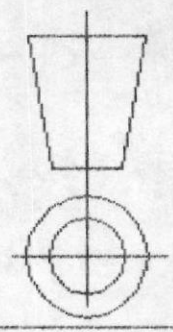


DIBUJO	FECHA	NOMBRE
REVISO	1/6/93	D. MORA
CONFROBO	1/6/93	H. EASON
	1/6/93	E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

EJEMPLO # 9



ESCALA  
1/1

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\PIE27DL.FNC  
CNC program author : A N Other

[BILLET X60 Y50 Z18 ;  
[TOOLDEF T1 D5 Z20 ;  
N100 G90 G80 G40 ;  
N102 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;  
N104 G90 G49 M06 T1 ;  
N106 M03 S1500 ;  
N108 G0 X101.4 Y8.48 ;  
N110 G43 H1 Z2. ;  
N112 G1 Z-5. F100. ;  
N114 X102.53 F200. ;  
N116 G3 X121.72 Y10.98 R79.32 ;  
N118 G1 X99.54 ;  
N120 X100.32 Y13.48 ;  
N122 X130.7 ;  
N124 X131.2 Y13.61 ;  
N126 X134.03 Y14.46 ;  
N128 X138.74 Y15.97 ;  
N130 X101.11 ;  
N132 X101.89 Y18.47 ;  
N134 X146.13 ;  
N136 G3 X151.38 Y20.71 R79.32 ;  
N138 X151.97 Y20.97 R53.11 ;  
N140 G1 X102.64 ;  
N142 G3 X102.61 Y23.46 R5.7 ;  
N144 G1 X156.85 ;  
N146 G3 X160.76 Y25.96 R53.11 ;  
N148 G1 X101.31 ;  
N150 G3 X97.07 Y27.85 R5.7 ;  
N152 G1 X61.51 ;  
N154 G3 X59.01 Y25.35 R2.5 ;  
N156 G1 Y15.97 ;  
N158 X16.54 ;  
N160 G2 X12.27 Y18.47 R23.93 ;  
N162 G1 X59.01 ;  
N164 Y20.97 ;  
N166 X9.38 ;  
N168 G2 X7.24 Y23.46 R23.93 ;  
N170 G1 X59.01 ;  
N172 Y25.35 ;  
N174 G2 X59.08 Y25.96 R2.5 ;  
N176 G1 X5.61 ;  
N178 X4.38 Y28.46 ;  
N180 X64. ;  
N182 G2 X60.62 Y30.95 R7.63 ;  
N184 G1 X3.49 ;  
N186 G2 X2.89 Y33.45 R23.93 ;



BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

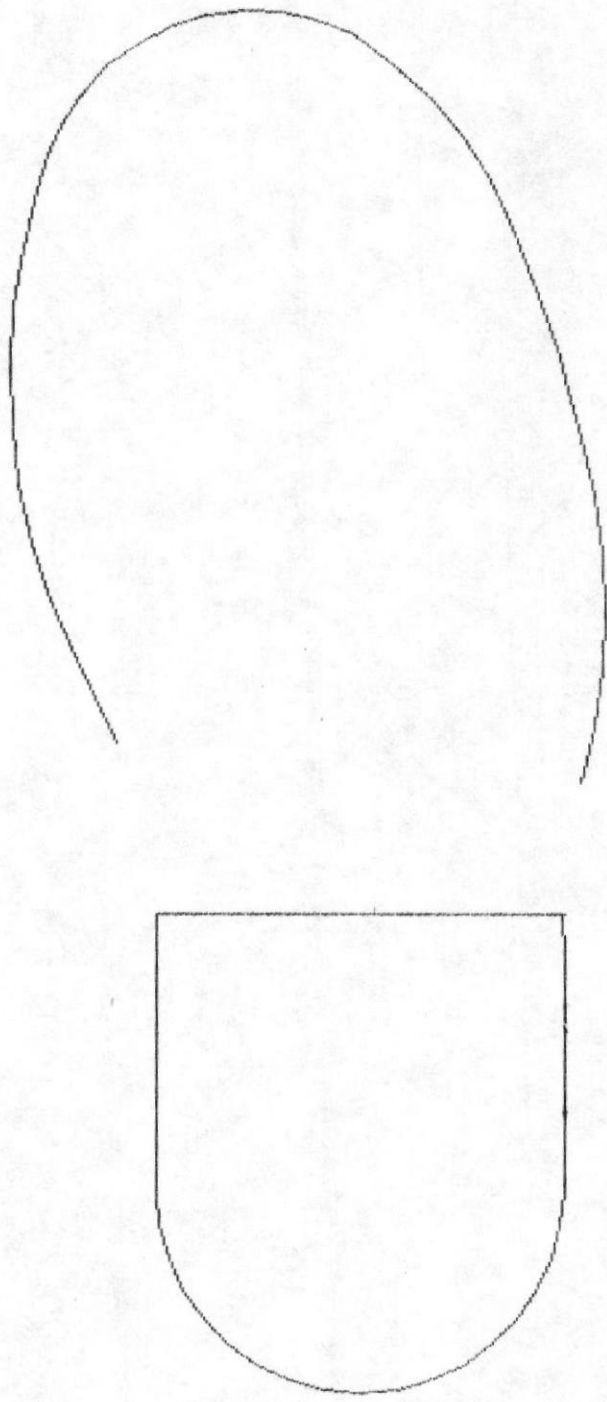
N188 G1 X59.35 ;  
N190 G2 X59.04 Y35.65 R7.63 ;  
N192 G1 X59.04 Y35.95 ;  
N194 X2.57 ;  
N196 G2 X2.51 Y38.44 R23.93 ;  
N198 G1 X59.06 ;  
N200 X59.06 Y39.2 ;  
N202 G2 X59.27 Y40.94 R7.63 ;  
N204 G1 X2.71 ;  
N206 G2 X3.18 Y43.44 R23.93 ;  
N208 G1 X60.38 ;  
N210 G2 X63.21 Y45.94 R7.63 ;  
N212 G1 X3.94 ;  
N214 X59.05 Y35.25 ;  
N216 G3 X66.67 Y27.98 R7.63 ;  
N218 G1 X91.41 ;  
N220 G3 X94.07 Y28.46 R7.63 ;  
N222 G1 X164.04 ;  
N224 G3 X166.86 Y30.95 R53.11 ;  
N226 G1 X97.46 ;  
N228 G3 X98.73 Y33.45 R7.63 ;  
N230 G1 X169.31 ;  
N232 G3 X171.47 Y35.95 R53.11 ;  
N234 G1 X99.03 ;  
N236 G3 X99. Y36.35 R7.63 ;  
N238 G1 X98.8 Y38.44 ;  
N240 X173.38 ;  
N242 G3 X174.52 Y40.09 R53.11 ;  
N244 X174.92 Y40.94 R26.14 ;  
N246 G1 X98.55 ;  
N248 X98.39 Y42.57 ;  
N250 G3 X98.26 Y43.44 R7.63 ;  
N252 G1 X175.88 ;  
N254 G3 X176.57 Y45.94 R26.14 ;  
N256 G1 X97.23 ;  
N258 G3 X94.62 Y48.43 R7.63 ;  
N260 G1 X177. ;  
N262 X177.18 Y50.93 ;  
N264 X98.32 ;  
N266 G3 X100.57 Y53.43 R5.7 ;  
N268 G1 X177.13 ;  
N270 G3 X176.84 Y55.92 R26.14 ;  
N272 G1 X101.1 ;  
N274 G3 X100.48 Y58.42 R5.7 ;  
N276 G1 X176.29 ;  
N278 G3 X175.48 Y60.92 R26.14 ;  
N280 G1 X98.7 ;  
N282 X96.82 Y63.41 ;  
N284 X174.38 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N286 G3 X172.93 Y65.91 R26.14 ;  
N288 G1 X94.93 ;  
N290 X93.05 Y68.41 ;  
N292 X171.08 ;  
N294 G3 X168.69 Y70.91 R26.14 ;  
N296 G1 X93.33 ;  
N298 X97.04 Y72.73 ;  
N300 G2 X98.45 Y73.4 R79.64 ;  
N302 G1 X165.49 ;  
N304 G3 X160.71 Y75.9 R26.14 ;  
N306 G1 X104.41 ;  
N308 G2 X112.38 Y78.4 R79.64 ;  
N310 G1 X151.97 ;  
N312 G3 X132.74 Y80.89 R79.64 ;  
N314 G1 X131.61 ;  
N316 X99.31 Y60.11 ;  
N318 X99.95 Y59.26 ;  
N320 G2 X95.56 Y50.12 R5.7 ;  
N322 G1 X81.36 Y48.55 ;  
N324 X81.18 Y48.43 ;  
N326 X80.32 ;  
N328 X61.87 Y46.38 ;  
N330 G2 X59.13 Y48.43 R2.5 ;  
N332 G1 X5.01 ;  
N334 G2 X6.45 Y50.93 R23.93 ;  
N336 G1 X59.08 ;  
N338 X59.07 Y53.43 ;  
N340 X8.34 ;  
N342 G2 X10.84 Y55.92 R23.93 ;  
N344 G1 X59.05 ;  
N346 X59.04 Y58.42 ;  
N348 X14.34 ;  
N350 G2 X20.37 Y60.92 R23.93 ;  
N352 G1 X59.03 ;  
N354 X59.09 Y48.86 ;  
N356 G3 X61.87 Y46.38 R2.5 ;  
N358 G1 X95.56 Y50.12 ;  
N360 G3 X99.95 Y59.26 R5.7 ;  
N362 G1 X94.2 Y66.88 ;  
N364 X155.77 Y77.32 ;  
N366 G3 X97.04 Y72.73 R79.64 ;  
N368 G1 X91.75 Y70.13 ;  
N370 X99.95 Y59.26 ;  
N372 G2 X95.56 Y50.12 R5.7 ;  
N374 G1 X61.87 Y46.38 ;  
N376 G2 X59.09 Y48.86 R2.5 ;  
N378 G1 X59.03 Y61.7 ;  
N380 X26.43 ;  
N382 G3 X26.43 Y13.83 R23.935 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N384 G1 X56.58 ;  
N386 G2 X59.01 Y13.92 R78.61 ;  
N388 G1 Y25.35 ;  
N390 G2 X61.51 Y27.85 R2.5 ;  
N392 G1 X97.07 ;  
N394 G2 X102.51 Y20.44 R5.7 ;  
N396 G1 X98.77 Y8.54 ;  
N398 G3 X123.35 Y11.42 R79.32 ;  
N400 G1 X131.2 Y13.61 ;  
N402 X134.03 Y14.46 ;  
N404 X141.87 Y16.97 ;  
N406 G3 X151.38 Y20.71 R79.32 ;  
N408 X174.52 Y40.09 R53.11 ;  
N410 X155.77 Y77.32 R26.14 ;  
N412 G1 X100.44 Y58.5 ;  
N414 G2 X95.56 Y50.12 R5.7 ;  
N416 G1 X66.26 Y46.87 ;  
N418 X65.85 Y46.73 ;  
N420 X89.96 Y49.41 ;  
N422 G2 X98.39 Y42.57 R7.63 ;  
N424 G1 X99. Y36.35 ;  
N426 G2 X91.41 Y27.98 R7.63 ;  
N428 G1 X66.67 ;  
N430 G2 X59.04 Y35.65 R7.63 ;  
N432 G1 X59.06 Y39.2 ;  
N434 G2 X65.85 Y46.73 R7.63 ;  
N436 G0 Z2. ;  
N438 G91 G28 X0 Y0 Z10 ;  
N440 G90 G49 M30 ;

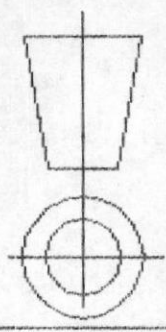


DIBUJO	FECHA	NOMBRE
REVISO	1/6/93	D. MORA
CONFROBO	1/6/93	H. EASON
	1/6/93	E. ORCES

FACULTAD DE MECANICA

ESPOL

EJEMPLO #10



ESCALA  
1:1

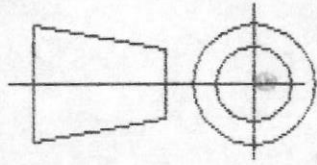
----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

CNC program name : C:\DENFORD\PIE27DT.FNC  
CNC program author : A N Other

```
[BILLET X60 Y50 Z18 ;  
[TOOLDEF T1 D5 Z20 ;  
N100 G90 G80 G40 ;  
N102 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;  
N104 G90 G49 M06 T1 ;  
N106 M03 S1500 ;  
N108 G0 X26.13 Y13.83 ;  
N110 G43 H1 Z2. ;  
N112 G1 Z8. F100. ;  
N114 X56.61 F200. ;  
N116 G2 X57.92 Y13.89 R78.61 ;  
N118 G1 Y16.22 ;  
N120 X16. ;  
N122 G2 X12.07 Y18.62 R23.93 ;  
N124 G1 X57.92 ;  
N126 Y21.01 ;  
N128 X9.34 ;  
N130 G2 X7.29 Y23.4 R23.93 ;  
N132 G1 X57.92 ;  
N134 Y25.8 ;  
N136 X5.71 ;  
N138 G2 X4.5 Y28.19 R23.93 ;  
N140 G1 X57.92 ;  
N142 Y30.58 ;  
N144 X3.6 ;  
N146 G2 X2.98 Y32.98 R23.93 ;  
N148 G1 X57.92 ;  
N150 Y35.37 ;  
N152 X2.62 ;  
N154 G2 X2.5 Y37.76 R23.93 ;  
N156 G1 X57.92 ;  
N158 Y40.16 ;  
N160 X2.62 ;  
N162 G2 X2.98 Y42.55 R23.93 ;  
N164 G1 X57.92 ;  
N166 Y44.94 ;  
N168 X3.6 ;  
N170 G2 X4.5 Y47.34 R23.93 ;  
N172 G1 X57.92 ;  
N174 Y49.73 ;  
N176 X5.71 ;  
N178 G2 X7.29 Y52.12 R23.93 ;  
N180 G1 X57.92 ;  
N182 Y54.52 ;  
N184 X9.34 ;  
N186 G2 X12.07 Y56.91 R23.93 ;
```

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N188 G1 X57.92 ;  
N190 Y59.3 ;  
N192 X16. ;  
N194 G2 X26.13 Y61.7 R23.93 ;  
N196 G1 X57.92 ;  
N198 X26.43 Y61.7 ;  
N200 X57.92 ;  
N202 Y13.89 ;  
N204 G3 X56.58 Y13.83 R78.61 ;  
N206 G1 X26.43 ;  
N208 G2 X26.43 Y61.7 R23.935 ;  
N210 G0 Z2. ;  
N212 G91 G28 X0 Y0 Z10 ;  
N214 G90 G49 M30 ;



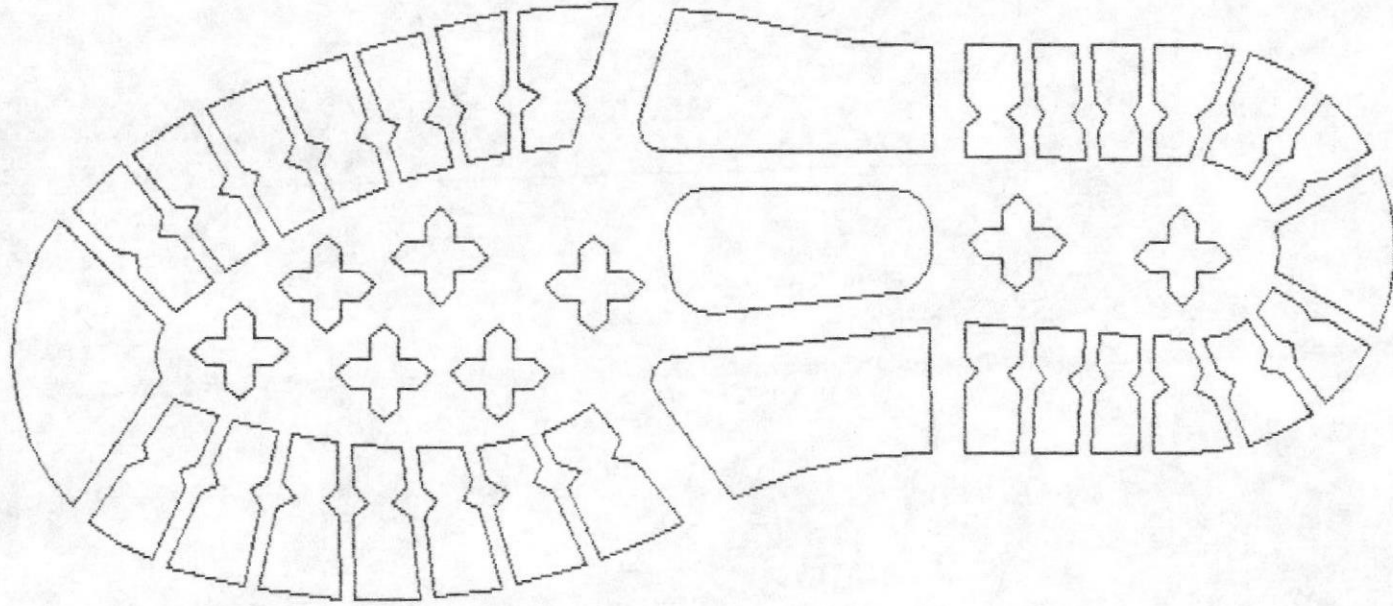
EJEMPLO #11

ESCALA  
M

ESPOL

FACULTAD DE MECANICA

FECHA	1/6/93	NOMBRE	D. MORA
DIBUJO	1/6/93		
REVISO	1/6/93		H. EASDN
COMPROBÓ	1/6/93		E. ORCES



CNC program name : C:\DENFORD\FIE27D.FNC  
CNC program author : A N Other

```
[BILLET X250 Y150 Z63 ;  
[TOOLDEF T2 D6 L65 ;  
N100 G90 G80 G40 ;  
N110 G91 G28 X0 Y0 Z0 ;  
N120 G90 G49 M06 T2 ;  
N130 M03 S1500 ;  
N140 G0 X55.52 Y49.68 ;  
N150 G43 H2 Z0. ;  
N160 G1 Z10. F100. ;  
N170 Y51.98 ;  
N180 X54.37 Y53.3 ;  
N190 Y49.78 ;  
N200 X54.84 Y52.75 ;  
N210 X54.1 Y53.6 ;  
N220 G2 X54.17 Y55.65 R1.5 ;  
N230 G1 X55.52 Y57. ;  
N240 Y63.85 ;  
N250 X54.37 ;  
N260 Y55.85 ;  
N270 X54.17 Y55.65 ;  
N280 G3 X53.97 Y53.78 R1.5 ;  
N290 G1 X53.22 Y49.88 ;  
N300 Y63.85 ;  
N310 X52.06 ;  
N320 Y56.43 ;  
N330 X52.48 Y55.91 ;  
N340 G2 X52.38 Y53.9 R1.5 ;  
N350 G1 X52.06 Y53.59 ;  
N360 Y49.98 ;  
N370 X50.91 Y50.07 ;  
N380 Y50.13 ;  
N390 X52.08 Y53.61 ;  
N400 X52.38 Y53.9 ;  
N410 G3 X52.72 Y55.5 R1.5 ;  
N420 G1 X55.52 Y63.85 ;  
N430 X51.42 ;  
N440 X51.19 Y57.51 ;  
N450 X52.48 Y55.91 ;  
N460 G2 X52.38 Y53.9 R1.5 ;  
N470 G1 X51. Y52.53 ;  
N480 X50.91 Y50.07 ;  
N490 X55.52 Y49.68 ;  
N500 Y51.97 ;  
N510 X54.1 Y53.6 ;  
N520 G2 X54.17 Y55.65 R1.5 ;  
N530 G1 X55.52 Y57. ;
```

N540 Y63.85 ;  
N550 G0 Z0. ;  
N560 X46.49 Y63.8 ;  
N570 G1 Z-10. ;  
N580 Y63.85 ;  
N590 X45.22 ;  
N600 Y56.25 ;  
N610 G3 X45.13 Y54.62 R1.5 ;  
N620 G1 X46.09 Y52.94 ;  
N630 X46. Y50.45 ;  
N640 X42.66 Y50.69 ;  
N650 X42.85 Y53.07 ;  
N660 X44.3 Y54.44 ;  
N670 G3 X44.46 Y56.44 R1.5 ;  
N680 G1 X43.94 Y57.11 ;  
N690 Y63.85 ;  
N700 X45.02 Y55.89 ;  
N710 G3 X45.13 Y54.62 R1.5 ;  
N720 G1 X45.22 Y54.46 ;  
N730 Y50.5 ;  
N740 X43.94 Y50.6 ;  
N750 Y54.1 ;  
N760 X42.85 Y53.07 ;  
N770 X42.66 Y50.71 ;  
N780 Y50.69 ;  
N790 X42.85 Y53.07 ;  
N800 X44.3 Y54.44 ;  
N810 G3 X44.46 Y56.44 R1.5 ;  
N820 G1 X43.23 Y58.04 ;  
N830 X43.68 Y63.85 ;  
N840 X46.5 ;  
N850 X46.27 Y57.67 ;  
N860 X45.22 Y56.26 ;  
N870 G3 X45.13 Y54.62 R1.5 ;  
N880 G1 X46.09 Y52.94 ;  
N890 X46. Y50.45 ;  
N900 X42.66 Y50.69 ;  
N910 X42.85 Y53.07 ;  
N920 X44.3 Y54.44 ;  
N930 G3 X44.46 Y56.44 R1.5 ;  
N940 G1 X43.23 Y58.04 ;  
N950 X43.68 Y63.85 ;  
N960 G0 Z0. ;  
N970 X38.74 Y63.83 ;  
N980 G1 Z-10. ;  
N990 Y63.85 ;  
N1000 X37.65 ;  
N1010 Y57.39 ;  
N1020 X37.17 Y56.75 ;

N1030 G3 X37.07 Y55.11 R1.5 ;  
N1040 G1 X37.95 Y53.56 ;  
N1050 X37.76 Y51.04 ;  
N1060 X35.46 Y51.21 ;  
N1070 Y53.85 ;  
N1080 X36.46 Y55.35 ;  
N1090 G3 X36.55 Y56.84 R1.5 ;  
N1100 G1 Y63.85 ;  
N1110 X35.46 ;  
N1120 Y58.58 ;  
N1130 X36.47 Y56.98 ;  
N1140 G2 X36.7 Y56.03 R1.5 ;  
N1150 G1 X36.88 Y55.66 ;  
N1160 G3 X37.07 Y55.11 R1.5 ;  
N1170 G1 X37.65 Y54.09 ;  
N1180 Y51.05 ;  
N1190 X36.55 Y51.13 ;  
N1200 Y55.52 ;  
N1210 G2 X36.46 Y55.35 R1.5 ;  
N1220 G1 X35.46 Y53.85 ;  
N1230 Y51.21 ;  
N1240 X35.46 Y53.85 ;  
N1250 X36.46 Y55.35 ;  
N1260 G3 X36.47 Y56.98 R1.5 ;  
N1270 G1 X35.46 Y58.58 ;  
N1280 X35.46 Y63.85 ;  
N1290 X38.74 ;  
N1300 X38.32 Y58.27 ;  
N1310 X37.17 Y56.75 ;  
N1320 G3 X37.07 Y55.11 R1.5 ;  
N1330 G1 X37.95 Y53.56 ;  
N1340 X37.76 Y51.04 ;  
N1350 X35.46 Y51.21 ;  
N1360 Y53.85 ;  
N1370 X36.46 Y55.35 ;  
N1380 G3 X36.47 Y56.98 R1.5 ;  
N1390 G1 X35.46 Y58.58 ;  
N1400 Y63.85 ;  
N1410 G0 Z0. ;  
N1420 X30.53 Y51.57 ;  
N1430 G1 Z-10. ;  
N1440 Y53.88 ;  
N1450 X29.12 Y55.5 ;  
N1460 Y51.67 ;  
N1470 X28.45 Y51.72 ;  
N1480 X27.72 Y53.48 ;  
N1490 Y56. ;  
N1500 X29.12 Y57.51 ;  
N1510 Y63.85 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N1520 X27.72 ;  
N1530 Y58.01 ;  
N1540 G3 X27.27 Y58.39 R1.5 ;  
N1550 G1 X26.31 Y58.92 ;  
N1560 Y63.84 ;  
N1570 G3 X24.9 Y63.77 R25.4 ;  
N1580 G1 Y60.24 ;  
N1590 X23.49 Y63.62 ;  
N1600 Y63.62 ;  
N1610 X30.52 Y63.85 ;  
N1620 X26.91 ;  
N1630 G3 X23.49 Y63.62 R25.4 ;  
N1640 G1 X25.19 Y59.53 ;  
N1650 X27.27 Y58.39 ;  
N1660 G2 X27.92 Y56.48 R1.5 ;  
N1670 G1 X27.18 Y54.76 ;  
N1680 X28.45 Y51.72 ;  
N1690 X30.53 Y51.57 ;  
N1700 Y53.88 ;  
N1710 X29.1 Y55.52 ;  
N1720 G2 X29.18 Y57.57 R1.5 ;  
N1730 G1 X30.47 Y58.85 ;  
N1740 X30.52 Y63.85 ;  
N1750 G0 Z0. ;  
N1760 X18.58 Y62.43 ;  
N1770 G1 Z-10. ;  
N1780 X18.57 Y62.44 ;  
N1790 G3 X17.41 Y62.01 R25.4 ;  
N1800 G1 X20.15 Y57.26 ;  
N1810 X19.82 Y56.38 ;  
N1820 G3 X19.77 Y55.47 R1.5 ;  
N1830 G1 X16.28 Y61.52 ;  
N1840 G3 X15.17 Y60.98 R25.4 ;  
N1850 G1 X18.34 Y55.5 ;  
N1860 G3 X17.81 Y55.7 R1.5 ;  
N1870 G1 X16.69 Y55.91 ;  
N1880 X14.1 Y60.39 ;  
N1890 G3 X13.06 Y59.75 R25.4 ;  
N1900 G1 X13.07 Y59.73 ;  
N1910 X19.88 Y55.17 ;  
N1920 G3 X20.51 Y54.53 R1.5 ;  
N1930 G1 X22.28 Y53.57 ;  
N1940 X22.89 Y52.52 ;  
N1950 X23.4 Y51.33 ;  
N1960 G3 X22.35 Y50.99 R13.35 ;  
N1970 G1 X20.17 Y54.78 ;  
N1980 G2 X19.82 Y56.38 R1.5 ;  
N1990 G1 X20.46 Y58.09 ;  
N2000 X18.57 Y62.44 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N2010 G3 X13.06 Y59.74 R25.4 ;  
N2020 G1 X15.61 Y56.11 ;  
N2030 X17.81 Y55.7 ;  
N2040 G2 X19.04 Y54.28 R1.5 ;  
N2050 G1 X21.21 Y50.52 ;  
N2060 G3 X20.13 Y49.95 R13.35 ;  
N2070 G1 X18.68 Y52.47 ;  
N2080 X19.01 Y53.89 ;  
N2090 G3 X17.81 Y55.7 R1.5 ;  
N2100 G1 X15.91 Y56.05 ;  
N2110 X13.07 Y59.73 ;  
N2120 X13.06 Y59.74 ;  
N2130 G2 X18.57 Y62.44 R25.4 ;  
N2140 G1 X20.46 Y58.09 ;  
N2150 X19.82 Y56.38 ;  
N2160 G3 X20.51 Y54.53 R1.5 ;  
N2170 G1 X22.48 Y53.46 ;  
N2180 X23.4 Y51.33 ;  
N2190 G3 X19.98 Y49.86 R13.35 ;  
N2200 G1 X18.55 Y51.91 ;  
N2210 X19.01 Y53.89 ;  
N2220 G3 X17.81 Y55.7 R1.5 ;  
N2230 G1 X15.61 Y56.11 ;  
N2240 X13.06 Y59.74 ;  
N2250 G0 Z0. ;  
N2260 X8.98 Y56.43 ;  
N2270 G1 Z-10. ;  
N2280 X8.97 Y56.44 ;  
N2290 G3 X7.95 Y55.35 R25.4 ;  
N2300 G1 X11.71 Y52.2 ;  
N2310 X11.82 Y50.74 ;  
N2320 G3 X12.21 Y49.84 R1.5 ;  
N2330 G1 X6.99 Y54.21 ;  
N2340 G3 X6.1 Y53.02 R25.4 ;  
N2350 G1 X10.47 Y49.35 ;  
N2360 X9.29 Y49.35 ;  
N2370 X5.28 Y51.76 ;  
N2380 X5.27 Y51.77 ;  
N2390 X12.5 Y49.59 ;  
N2400 X16.23 Y46.46 ;  
N2410 G3 X15.61 Y45.56 R13.35 ;  
N2420 G1 X13.41 Y46.88 ;  
N2430 X13.29 Y46.98 ;  
N2440 X12.47 Y48.55 ;  
N2450 G3 X11.14 Y49.35 R1.5 ;  
N2460 G1 X9.32 Y49.35 ;  
N2470 X5.27 Y51.76 ;  
N2480 G2 X8.97 Y56.44 R25.4 ;  
N2490 G1 X11.66 Y52.86 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N2500 X11.82 Y50.74 ;  
N2510 G3 X12.95 Y49.39 R1.5 ;  
N2520 G1 X14.56 Y48.99 ;  
N2530 X16.35 Y46.61 ;  
N2540 G3 X15.61 Y45.56 R13.35 ;  
N2550 G1 X13.31 Y46.94 ;  
N2560 X12.47 Y48.55 ;  
N2570 G3 X11.14 Y49.35 R1.5 ;  
N2580 G1 X9.29 Y49.35 ;  
N2590 X5.27 Y51.76 ;  
N2600 G0 Z0. ;  
N2610 X14.07 Y36.22 ;  
N2620 G1 Z-10. ;  
N2630 Y36.23 ;  
N2640 G2 X14.07 Y40.65 R13.35 ;  
N2650 G1 Y40.66 ;  
N2660 X12.67 Y41.46 ;  
N2670 Y35.42 ;  
N2680 X11.28 Y34.62 ;  
N2690 Y42.26 ;  
N2700 X9.88 Y43.06 ;  
N2710 Y33.83 ;  
N2720 X8.48 Y33.03 ;  
N2730 Y43.86 ;  
N2740 X7.09 Y44.65 ;  
N2750 Y32.23 ;  
N2760 X5.69 Y31.43 ;  
N2770 Y45.45 ;  
N2780 X4.29 Y46.25 ;  
N2790 Y30.63 ;  
N2800 X2.98 Y29.88 ;  
N2810 G2 X2.9 Y30.13 R25.4 ;  
N2820 G1 Y46.75 ;  
N2830 G3 X1.5 Y38.76 R25.4 ;  
N2840 G1 Y38.12 ;  
N2850 X2.98 Y47. ;  
N2860 X14.07 Y40.66 ;  
N2870 G3 X14.07 Y36.22 R13.35 ;  
N2880 G1 X2.98 Y29.88 ;  
N2890 G2 X2.98 Y47. R25.4 ;  
N2900 G0 Z0. ;  
N2910 X15.61 Y31.32 ;  
N2920 G1 Z-10. ;  
N2930 X15.6 Y31.32 ;  
N2940 X13.64 Y30.14 ;  
N2950 X13.2 Y29.04 ;  
N2960 X16.25 Y30.14 ;  
N2970 X12.86 Y27.5 ;  
N2980 X5.47 Y24.81 ;

----- Denford Machine Tools - Fanuc Milling CNC Listing -----

N2990 G3 X6.23 Y23.68 R25.4 ;  
N3000 G1 X12.16 Y25.83 ;  
N3010 X11.97 Y24.44 ;  
N3020 X11.88 Y24.33 ;  
N3030 X7.07 Y22.57 ;  
N3040 G3 X7.98 Y21.49 R25.4 ;  
N3050 G1 X10.43 Y22.39 ;  
N3060 X8.98 Y20.45 ;  
N3070 X8.97 Y20.45 ;  
N3080 X12.13 Y25.62 ;  
N3090 X12.24 Y26.48 ;  
N3100 G2 X13.26 Y27.7 R1.5 ;  
N3110 G1 X13.44 Y27.76 ;  
N3120 X15.61 Y31.32 ;  
N3130 X13.64 Y30.14 ;  
N3140 X13.11 Y28.79 ;  
N3150 G2 X11.81 Y27.85 R1.5 ;  
N3160 G1 X9.59 Y27.71 ;  
N3170 X5.27 Y25.12 ;  
N3180 G3 X8.97 Y20.44 R25.4 ;  
N3190 G1 X11.97 Y24.44 ;  
N3200 X12.24 Y26.48 ;  
N3210 G2 X13.26 Y27.7 R1.5 ;  
N3220 G1 X14.8 Y28.21 ;  
N3230 X16.35 Y30.27 ;  
N3240 G2 X15.61 Y31.32 R13.35 ;  
N3250 G0 Z0. ;  
N3260 X19.98 Y27.03 ;  
N3270 G1 Z-10. ;  
N3280 X19.98 Y27.02 ;  
N3290 X18.75 Y25.27 ;  
N3300 X18.76 Y25.07 ;  
N3310 X21.71 Y26.14 ;  
N3320 G3 X23.4 Y25.56 R13.35 ;  
N3330 G1 X23.25 Y25.2 ;  
N3340 X18.82 Y23.58 ;  
N3350 X18.82 Y23.42 ;  
N3360 G2 X17.81

## BIBLIOGRAFÍA

1. BARBASHOV, F.A, Manual del Fresador, Mir, Moscu, 1981.
2. FORD, Henry, Teoría del taller, Gustavo Gili S.A, Barcelona, 1975.
3. GONZALEZ, Juan, El Control Numérico en las máquinas herramientas, Continental, Mexico D.F, 1990.
4. INSTALLATION AND INSTRUCCION MANUAL TRIAC P.C., Denford, Inglaterra.
5. MIRAC P.C INSTALLATION AND INSTRUCCION MANUAL, Denford, Inglaterra.
6. FANUC OT TURNING OFFLINE PROGRAMMING SYSTEM, Denford, Inglaterra.
7. VAN DYNE, Stephen J., Mastercam Aplications Manual, CNC software inc, Tolland Connecticut, 1991.
8. VAN DYNE, Stephen J., Mastercam Mill Reference Manual, Version 3.11., CNC Software inc, Tolland Connecticut, 1991.
9. KOENIG DANIEL, Ingeniería de manufacturas-Productividad y optimización, publicaciones Marcombo, México - Barcelona, 1987.
10. VARIOS AUTORES, Sistemas CAD/CAM/CAE diseño y fabricación por computador, publicaciones Marcombo, México - Barcelona, 1988.
11. WILEY & SONS, Enciclopedia de la mecánica - ingeniería y técnica - capítulo #4, grupo editorial Oceano, España - Barcelona, 1990.

12. MERCADO ALFONSO - BOON K. GERARD, Automatización flexible en la industria, Editorial Limusa, México - México D.F., 1990.

13. LARBURU N., Máquinas prontuario, Editorial Paraninfo, Madrid - España, 1990