

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

ESIME CULHUACAN

T E S I N A

QUE PARA ACREDITAR EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO

POR LA OPCION DE TITULACION:

SEMINARIO DE TITULACION

SISTEMAS CAD – CAM
APLICADOS EN EQUIPOS CNC

DEBERAN DESARROLLAR:

PEDRAZA VALLEJO RENÉ
SOTO DURAN VÍCTOR GERARDO
VENEGAS MONTECILLO JULIO CESAR

PROGRAMACION DE TORNOS Y CENTROS DE MAQUINADO CNC POR COMPUTADORA

CAPITULO I	Diseño asistido por computadora CAD
CAPITULO II	Fundamentos Básicos
CAPITULO III	Programación Para Torno
CAPITULO IV	Simulador Para Torno
CAPITULO V	Centro de Torneado Cyclone Fanuc
CAPITULO VI	Programación Para Fresa
CAPITULO VII	Simulador Para Fresa
CAPITULO VIII	Centro de Maquinado Triac Fanuc

MEXICO D.F. OCTUBRE 2007

ASESORES

ING. CARLOS SILVA HERNANDEZ
DIRECTOR DEL SEMINARIO

ING. SANCHEZ CORTES ISAIAS GPE.
ASESOR DEL SEMINARIO

ING. RAMON AVILA ANAYA
JEFE DE CARRERA



D E D I C A T O R I A S

A mis padres Victor y Mercedes quienes han sido una guía en mi vida a quienes debo tanto y con cariño, amor y confianza me han brindado. todo el apoyo moral y economico. Les ofresco este titulo que representa años de esfuerzo fe y esperanza. pero tan solo equivale a una muestra de agradecimiento por lo que ustedes han hecho por mi.

A mis hermanos que han sido una compañía y ejemplo en mi vida y gracias a sus consejos y palabras de aliento en todo momento he logrado ser mejor día con día. Quiero que sepan que han sido la base en mi camino a ustedes debo este triunfo y creo que no solo es mio sino tambien suyo.

Asi mismo agradezco a mis profesores por haber compartido con migo sus conocimientos y experiencias los cuales contribuyeron a forjar mi formacion profesional.

Por que ha sido una tarea difícil el llegar a esta etapa de mi vida la cual significa el final y el comienzo de nuevos retos

i A todos ellos gracias !
Victor Gerardo Soto Duran

A Rene y Maria, mis papas:

A quines nunca terminare de agradecer su incondicional apoyo, sus consejos, su esfuerzo, su cariño para ayudarme a llegar al final de una etapa más en mi vida.

A Carlos, mi hermano:

Por que a demás de ser mi hermano, también eres mi mejor amigo.

A Humberto y Lída, mis padrinos y su familia:

Por que al abrirme las puertas de su casa me dejaron ser uno más de su familia.

A Fatima, mi novia:

Por caminar a mi lado y ser parte de mi vida. Por tu paciencia, por enseñarme que todo esfuerzo tine una recompensa, por creer en mi.

A Dios:

Por estar siempre a mi lado.

MIL GRACIAS A TODOS!

RENE

En testimonio de gratitud limitada para su apoyo, aliento y estímulo mismos que posibilitaron la conquista de esta meta, Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual les viviré eternamente agradecido.

Gracias: por la oportunidad de existir, por su sacrificio en algún tiempo incomprendido, por su ejemplo de superación incasable, por su comprensión y confianza, por su amor y amistad incondicional, porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional.

JULIO CESAR VENEGAS MONTECILLO

Por lo que ha sido y será... Gracias

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través de los años las empresas han tenido la necesidad de ir mejorando el equipó y maquinaria con la que han contado debido a requerimientos de fabricar piezas de gran dificultad, mayor precisión y producción a un bajo costo forzándolas a cambiar sus maquinas convencionales por maquinas de control numérico computarizado (CNC).

Esto ha originado la necesidad de personal cada vez mas capacitado capaz de realizar diseños por computadora en sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora) y con experiencia en programación y manufactura con maquinas CNC y en el uso de herramientas de corte industrial de carburo, de cerámica, de diamante, o en las de titanio en sus diferentes formas y aplicaciones.

El problema es que la educación en nuestro país se ha quedado rezagada en este sentido ya que en la actualidad en los programas de educación no se contempla el diseño asistido por computadora (CAD) y menos la manufactura asistida por computadora (CAM) por lo que los ingenieros que egresan de las aulas de estudio tienen pocas oportunidades de desarrollo en esta área.

Otro de los problemas con los que se encuentra es que no existe mucha información en nuestro país acerca de este tipo de manufactura o la escasa información existente ha quedado obsoleta debido al avance tecnológico existente en la actualidad.

Uno de los fines de este trabajo es que sirva como guía para facilitar el aprendizaje de programación de maquinas de control numérico (CNC desde un punto de vista teórico practico.

Pensando en esto fue necesario desarrollar de manera didáctica y elemental los principales comandos para maquinas con control FANUC desglosándolos al máximo y tomando en consideración la preparación que el alumno trae y la que debería tener al termino de este.

I N D I C E

CAPITULO I Diseño Asistido Por Computadora CAD	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Interface de Autocad	2
1.3 Unidades de medida.....	3
1.4 El comando zoom.....	3
1.5 Diseño en Dos Dimensiones (2D)	4
1.5.1 El comando Línea.....	4
1.5.2 Sistema de coordenadas.....	4
1.5.2.1 Coordenadas Absolutas.....	5
1.5.2.2 Coordenadas relativas.....	5
1.5.2.3 Coordenadas polares.....	6
1.5.3 El comando Círculo	7
1.5.4 Referencia a Objetos Snap	8
1.5.5 El comando Polígono.....	9
1.5.6 Comando move (Mover).....	9
1.5.7 Comando copy (copiar).....	9
1.5.8 Modo Ortho.....	9
1.5.9 Comando Erase (borrar).....	11
1.5.10 Comando deshacer.....	11
1.5.11 Cancelar una orden.....	12
1.5.12 Repetir la última orden.....	12
1.5.13 Comando trim (recortar).....	12
1.5.14 Comando extend (extender).....	12
1.5.15 Tipos de líneas.....	16
1.5.16 Layers (capas).....	18
1.5.17 Comando Ofcet.....	20
1.5.18 Comando Array.....	20
1.5.19 Sombreado (Hatch).....	22
1.5.20 Comando Rotate (girar).....	26
1.5.21 Cambio de tamaño o escala	27
1.5.22 Reflejar objetos (mirror).....	27
1.5.23 Polilíneas.....	28
1.5.24 Comando Explode	29
1.5.25 Comando dividir.....	30
1.5.26 Chamfer (chaflanes).....	30
1.5.27 Fillet (Filetes).....	30
1.5.28 Alinear objetos.....	31
1.5.29 Creación de textos	31
1.5.30 Acotaciones	33
1.6 Diseño en tres dimensiones (3D)	35
1.6.1 Extrusión.....	36
1.6.2 Vistas	37
1.6.3 Shade (sombras).....	37
1.6.4 Superficies de Revolución	39
1.6.5 Operaciones Boleanas.....	40

1.7 Identificación de puntos	43
1.8 Exportar la Geometría de Autocad	44
2. ELABORACIÓN DE PIEZAS DE AJEDREZ.....	45
2.1 Rey.....	45
2.2 Reyna.....	47
2.3 Alfil.....	49
2.4 Torre.....	51
2.5 Peón.....	52
2.6 Caballo.....	54

CAPITULO II Fundamentos Básicos 58

2.0 Introducción.....	58
2.1 Aplicaciones del CNC	59
2.2 Diferencias entre un equipo convencional y un equipo CNC.....	60
2.3 Ventajas y Desventajas del CNC.....	61
2.4 Tipos de controles para CNC	63
2.5 Principios básicos de funcionamiento.....	63
2.5.1 Clasificación de las maquinas herramientas con CNC...	65
2.5.2 Control numérico punto a punto.....	65
2.5.3 Control numérico paraxial.....	65
2.5.4 Control numérico continuo.....	66
2.5.5 Maquinado en dos ejes.....	66
2.5.6 Maquinado en tres ejes.....	67
2.5.7 Maquinado en cuatro ejes.....	68
2.5.8 Maquinado en cinco ejes.....	70
2.6 Fundamentos de Torno.....	71
2.6.1 Sistemas de sujeción para torno.....	71
2.6.2 Operaciones comunes en el torno.....	73
2.6.3 Velocidades de corte	74
2.6.4 Avance para centros de torneado	75
2.6.5 Teoría básica de roscas.....	76
2.6.5.1 Roscas V Sharp.....	77
2.6.5.2 Rosca nacional americana.....	78
2.6.5.3 Rosca métrica internacional.....	79
2.7 Fundamentos de Fresa.....	80
2.7.1 Sujeción de la Fresa	80
2.7.2 Herramientas para fresar.....	81
2.7.3 Materiales de corte para las fresas.....	83
2.7.4 Operaciones comunes en la fresa.....	84
2.7.5 Avance para centros de Maquinado.....	84
2.7.6 Materiales para herramientas de corte.....	85
2.7.6.1 Aceros de alta velocidad.....	86
2.7.6.2 Carburos cementados.....	86
2.7.6.3 Carburos revestidos	87
2.7.6.4 Cerámicas o de óxido.....	87
2.7.6.5 Diamantes.....	87

CAPITULO III Programación Para Torno	88
3.1 Funciones Principales (códigos G).....	88
3.2 Funciones misceláneas o auxiliares (códigos M).....	88
3.3 Funciones de programación.....	89
3.4 Lenguaje de programación.....	89
3.5 Principios de programación	89
3.6 Numero de programación	89
3.7 Nombre del programa	90
3.8 El programa principal	90
3.9 Numero de secuencia	90
3.10 Movimientos rectos (G00, G01).....	90
3.11 Movimiento con trayectoria circular(G02, G03).....	91
3.12 Pausa de la maquina por un tiempo determinado G04.....	93
3.13 Programación de regreso a home, G28.....	94
3.14 Comando G50 cambio del cero de programa.....	94
3.15 Ciclo automático de acabado, G70.....	95
3.16 Ciclo automático de desbaste, G71.....	95
3.17 Ciclo automático de careado, G72	95
3.18 Ciclo automático de desbaste para piezas de fundición, G73...	96
3.19 Ciclo automático de barrenado, G74.....	96
3.20 Ciclo de corte con un regreso de R unidades, G75.....	97
3.21 Ciclo automático de roscado, G76	97
3.22 Ciclo para hacer roscas estándar, G92.....	98
3.23 Selección de velocidad de corte constante, G96.....	98
3.24 Selección de velocidad periférica RPM, G97.....	99
3.25 Códigos de entrada o de referencia.....	99
3.26 Tiempo de espera o pausa, M01.....	99
3.27 Ejemplos de programación en torno.....	100
3.27.1 Alfil.....	100
3.27.2 Peón	102
3.27.3 Torre	104
3.27.4 Ejercicio de Roscado Exterior.....	106
3.27.5 Ejercicio de Roscado Interior.....	108
 CAPITULO IV Simulador Denford Versión 1.42 Para Torno	 110
4.1 Introducción.....	110
4.2 Descripción del software.....	111
4.3 Funciones.....	112
4.2.1 F1 Help.....	112
4.2.2 Flechas del teclado.....	112
4.2.3 F2 Save.....	113
4.2.4 F3 Load.....	113
4.2.5 F9 Simulation.....	114
4.2.6 F10 Main Menu.....	117
4.2.7 Change Settings	119
4.2.8 Change Simulation Settings.....	120
4.2.9 Change Print Device.....	121

4.2.10 Change Print Page Layout.....	122
4.2.11 Change Machine Link	123
4.2.12 Change Remote Link	124
4.2.13 Change Miscellaneous	124
4.4 Ejemplo de simulación de programa.....	126
4.4.1 Rey.....	126

CAPITULO V Centro de Torneado Cyclone FANUC 128

5.1 Introducción.....	128
5.2 Especificaciones técnicas.....	128
5.3 Panel de control.....	129
5.3.1 Protección de memoria	129
5.3.2 Panel de control manual.....	129
5.3.3 Teclado de programación.....	130
5.3.4 Teclado de operación automática.....	132
5.3.5 Teclado de operación manual	133
5.4 Medidas de seguridad	135
5.5 Encendido del torno.....	135
5.6 La posición HOME.....	136
5.7 Cero de programa.....	137
5.8 Declaración del offset de las herramientas restantes.....	139
5.9 Capturar un programa en memoria.....	140
5.10 Consultar un programa en memoria.....	140
5.11 Editar un programa en memoria.....	140
5.12 Correr un programa en memoria.....	141
5.12.1 Maquinado en vacío.....	141
5.12.2 Maquinado paso por paso con material	142
5.12.3 Maquinado automático con material.....	142
5.11 Operar en el modo MDI.....	143
5.12 Transferencia de programas de la computadora a la maquina..	143
5.13 Transferencia de programas de la maquina a la computadora..	145
5.14 Apagado del sistema	145
5.15 Alarmas.....	145
5.16 Practicas.....	146

CAPITULO VI Programación para fresa 148

6.1 Funciones Principales (Códigos G).....	148
6.2 Funciones misceláneas o auxiliares (Códigos M).....	148
6.3 Funciones de programación.....	149
6.4 Programación.....	149
6.5 Principios de programación.....	150
6.6 El programa principal.....	150
6.7 Desplazamientos rectos.....	150
6.8 Movimiento con trayectoria circular.....	151
6.9 Pausa de la maquina por un tiempo determinado G04.....	154
6.10 Programación de regreso a home G28.....	154
6.11 Compensación del radio del cortador	155

6.12 Restricciones y reglas para los comandos G41 y G42.....	155
6.13 Cancelación de ciclos automáticos G80.....	156
6.14 Ciclo automático de barrenado de centros G4.....	156
6.15 Ciclo automático de barrenado para agujero ciego G82.....	156
6.16 Ciclo automático de barrenado profundo G83.....	157
6.17 Ciclo automático de machuelazo G84.....	157
6.18 Programación absoluta e incremental.....	157
6.19 Subprogramas M98 y M99.....	158
6.20 Restricciones y reglas para subprogramas.....	159
6.21 Abrir y cerrar la puerta automáticamente.....	160
6.22 Ejercicio de práctica.....	160

CAPITULO VII Simulador Para Fresa 164

7.1 Descripción del software	164
7.3 Funciones	165
7.3.1 F1 Help	165
7.3.2 Flechas de teclado	165
7.3.3 F2 Save	166
7.3.4 F3 Load	166
7.3.5 F9 Simulate	166
7.3.6 F10 Main Menu	169
7.3.7 Change Editor Settings	171
7.3.8 Change simulation Settings	172
7.3.9 Change Print Device Settings	172
7.3.10 Change Print Page Layout Settings	174
7.3.11 Change Controller Link Settings.....	174
7.3.12 Change Remote Link Settings	175
7.3.13 Change Miscellaneous Settings	176

CAPITULO VIII Centro de Maquinado Triac Fanuc 177

8.1 Introducción	177
8.2 Especificaciones técnicas	177
8.3 Panel de control	178
8.3.1 Botones de control manual	178
8.3.2 Panel de entrada de datos	179
8.3.3 Panel de operación	180
8.3.4 Unidad de protección de programas	180
8.3.5 Paro de emergencia y control de velocidad	181
8.3.6 Paro de operación automática	181
8.6.7 Paro de operación manual	182
8.4 Medidas de seguridad en la fresa	183
8.5 Encendido de la maquina	183
8.6 Posición Home	184
8.7 Cero de programa	185
8.8 Declaración del offset de las herramientas restantes	189
8.9 Capturar un programa	189
8.10 Consultar un programa	190

8.11 Editar un programa	190
8.12 Correr un programa (Maquinado)	190
8.12.1 Maquinado en memoria	190
8.12.2 Maquinado en vacío	191
8.12.3 Maquinado paso a paso con material	191
8.12.4 Maquinado automático con material	192
8.12.5 Maquinado en modo DNC	192
8.13 Operar en el modo MDI	194
8.14 Transferencia de programas de la computadora a la maquina	194
8.15 Transferencia de programas de la maquina a la computadora	196
8.16 Apagado del sistema	196
Conclusiones	197
Bibliografía	198

CAPITULO I DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)

1.1 INTRODUCCION

CAD son las siglas en inglés de (Computer Aided Design), y significa Diseño Asistido por Computadora. La tecnología CAD se dirige a las áreas de diseño de una amplia gama de empresas del sector metal mecánico, ingeniería industrial entre otras ramas.

El uso de la tecnología CAD supone para el diseñador un cambio en el medio de plasmar los diseños industriales: antes se utilizaba un lápiz, un papel y un tablero de dibujo.

Con el CAD, dispone de un ratón, un teclado y una pantalla de ordenador donde observar el diseño. Así un computador al que se le incorpora un programa de CAD, le permite crear, manipular y representar productos en dos y tres dimensiones.

Las mejoras que se alcanzan son:

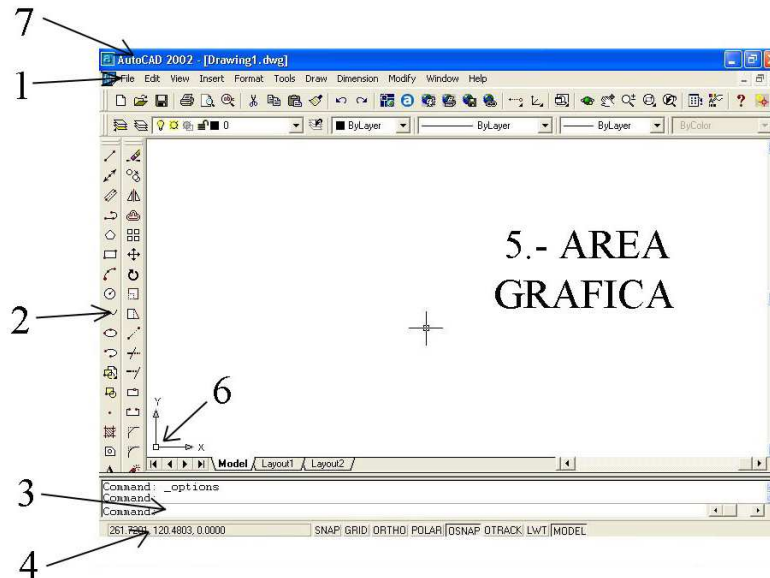
- Una gran ventaja es que una vez que ha dibujado algo, no tiene que dibujarlo nuevamente Si usted está dibujando partes mecánicas, puede generar prototipos virtuales
- Mejora en la representación gráfica del objeto diseñado: con el CAD el modelo puede aparecer en la pantalla como una imagen realista, en movimiento, y observable desde distintos puntos de vista. Cuando se desee, un dispositivo de impresión (plotter) proporciona una copia en papel de una vista del modelo geométrico.
- Mejora en el proceso de diseño: se pueden visualizar detalles del modelo, comprobar colisiones entre piezas, interrogar sobre distancias, pesos, inercias, etc. En conclusión, se optimiza el proceso de creación de un nuevo producto reduciendo costos, ganando calidad y disminuyendo el tiempo de diseño.

En resumen, se consigue una mayor productividad en el trazado de planos, integración con otras etapas del diseño, mayor flexibilidad, mayor facilidad de modificación del diseño, ayuda a la estandarización, disminución de revisiones y mayor control del proceso de diseño.

En este curso queremos guiar en los primeros pasos a todas aquellas personas que se inician en el diseño mediante el uso del programa AUTOCAD que es un programa muy utilizado en la industria a través de sencillos ejemplos comentados paso a paso.

1.2 INTERFACE DE AUTOCAD

Cuando accedemos por primera vez a Autocad, observamos un cuadro de diálogo que nos muestra la posibilidad de utilizar un asistente para comenzar un dibujo. De momento obviaremos dicho asistente y nos centraremos en las órdenes y menús del programa. La pantalla que aparece es una pantalla típica de cualquier aplicación de Windows.



1.- BARRA DE MENUS: muestra los nombres de los diferentes menús que dan acceso a todas las ordenes de Autocad.

2.- BARRA DE HERRAMIENTAS: Es una barra que puede colocarse sobre cualquier parte de la pantalla. Tiene la mayoría de los iconos usuales de Windows, así como los comandos más comunes de Autocad.

3.- BARRA DE COMANDOS: La barra de comandos se visualiza en la parte inferior de la pantalla y nos indica el comando que estamos utilizando en cada momento así como sus variaciones. Autocad también utiliza este espacio para solicitarle y darle información a usted, y le indica qué parte del comando se encuentra en ejecución. Cuando veamos la palabra Command, se nos indica que el programa no está haciendo nada, y espera a que introduzcamos una orden. Cuando Autocad nos pregunta algo en la línea de comandos debemos estar atentos a las palabras que aparecen entre corchetes ya que en ellas se muestran otras opciones relacionadas al comando en ejecución. Durante el curso utilizaremos esta barra a menudo.

```
Reset Model space limits:  
ON/OFF/<Lower left corner> <0.0000,0.0000>:  
Upper right corner <12.0000,9.0000>: 297,210  
Command:
```

4.- BARRA DE ESTADO: Permite ver y cambiar distintos modos de dibujo tales como Ortho, Osnaps, Grid, Otrack, etc.

300.1815, 97.2655, 0.0000 SNAP GRID ORTHO POLAR OSNAP OTRACK LWT MODEL

5.- AREA GRAFICA: Es aquí donde se dibuja. Usted dispone de un espacio casi infinito para dibujar, y el área de dibujo es tan sólo una sección de todo ese espacio.

6.- SISTEMA DE COORDENADAS: Se encuentra aquí para mostrarle la dirección positiva de los ejes X e Y. La W indica que se está usando el Sistema Coordinado Mundial (ya que también puede utilizarse un Sistema Coordinado de Usuario, UCS).

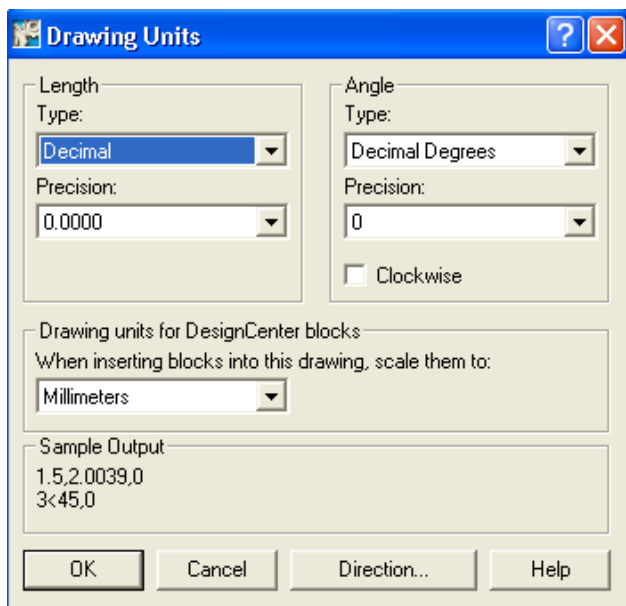
7.- AREA DE TITULO: Mostrará el nombre del programa en ejecución y el nombre del archivo actual.

Las órdenes en autocad se pueden introducir de varias formas:

- A través de un menú desplegable (por ejemplo: Archivo - Guardar)
- A través de un botón de las barras de botones
- A través del menú de pantalla (activado con el botón derecho del mouse)
- A través del teclado desde la Ventana de comandos

1.3 UNIDADES DE MEDIDA

Antes de comenzar nuestro primer dibujo. Fijaremos las unidades de medida con las que trabajaremos. Podemos trabajar en milímetros, centímetros, metros, pulgadas, grados etc. Accede al menú Format - Units. Aparecerá un cuadro de diálogo:



Por defecto aparecen las unidades de medida en Decimales que serán las unidades con las que trabajaremos.

La casilla Precisión nos muestra la precisión o grado de exactitud en decimales de las unidades. Por defecto aparecen 4 decimales.

En la parte derecha, podemos indicar el sistema por el que indicaremos a AutoCAD los ángulos. Grados decimales significa que mediremos los grados en sentido antihorario.

De momento no tocaremos nada, por lo que puedes pulsar la opción Aceptar para salir

de este cuadro de diálogo.

1.4 COMANDO ZOOM

Como en casi todas las aplicaciones de dibujo, Autocad dispone de una herramienta para acercar y alejar la imagen, que es el Zoom. El programa cuenta con varios tipos de zooms, aunque de momento sólo utilizaremos dos de ellos; el zoom ventana (Zoom Window), que sirve para ampliar una zona determinada del dibujo como lo haríamos con

el zoom por ejemplo del programa Paint, y el zoom todo (Zoom All), que ajusta automáticamente el tamaño del dibujo a la pantalla.



- Pulsa un Click en el botón Zoom Window  y sin soltarlo (aparecerá una lista de botones), baja el cursor y escoge el botón Zoom todo (Zoom All) 


1.5 DISEÑO EN DOS DIMENSIONES

1.5.1 COMANDO LÍNEA



Cualquier objeto o dibujo que realicemos en Autocad se denomina entidad. Y estas entidades normalmente están compuestas de líneas, arcos, círculos etc. Para realizar dibujos disponemos de varias herramientas. Por ejemplo, para dibujar una línea, lo podemos hacer de las siguientes tres opciones:

1. Pulsa  en el botón Línea
2. Escoge la opción  – Line de los menús desplegables
3. Escribe directamente desde la línea de comandos: LINE

De cualquiera de las tres formas, la orden línea se ejecutará y Autocad comenzará a pedirnos que introduzcamos lo que será el punto inicial de la misma. (Specify First Point© no olvides fijarte en la línea de comandos. Ahora podemos pulsar un  en cualquier parte de la pantalla. Si estiramos o movemos el ratón, veremos cómo la línea se va dibujando. Podemos ir pulsando Clicks en diferentes puntos y veremos que Autocad siempre continúa pidiendo el próximo punto (Specify next point or [Undo]©). Para terminar con la orden línea, pulsa el botón derecho del ratón.



Pero, ¿qué pasa cuando debemos “tirar” una línea con una longitud específica? Para ello utilizaremos lo que se denomina coordenadas relativas, absolutas y polares.

1.5.2 SISTEMA DE COORDENADAS

Para controlar el dibujo de diferentes entidades de Autocad, tenemos a nuestra disposición la utilización de coordenadas. De esta forma podemos indicar exactamente la longitud o ángulo de una línea por ejemplo. En los dibujos en dos dimensiones,

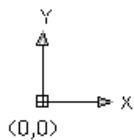
debemos indicarle a Autocad un punto especificando las coordenadas X (horizontal) e Y (vertical).

1.5.2.1 COORDENADAS ABSOLUTAS: un punto del dibujo se indica escribiendo la coordenada X e Y con respecto al origen de coordenadas (0,0) situado en la parte inferior izquierda de la pantalla. Ambos valores van separados de una coma.

En este ejemplo, el comienzo de la línea está situado a 40 unidades a la derecha (eje X) y 45 unidades hacia arriba (eje Y) contando desde el origen de coordenadas situado en la esquina inferior izquierda (0,0). Al introducir la orden LINEA, escribiremos:



Desde el punto: 40,45
Hasta el punto: 90,45



1.5.2.2 COORDENADAS RELATIVAS: la coordenada del punto se referirá no al origen de coordenadas sino al último punto introducido. Este tipo de coordenadas va precedido por el símbolo @ (arroba). La sintaxis de este tipo de coordenadas sería:

@desplazamiento X, desplazamiento Y

Por ejemplo, comenzamos la orden línea situando el primer punto donde queramos. Para el siguiente punto (supongamos de 63 unidades de largo hacia la derecha) tendríamos que escribir:

Desde el punto: (en cualquier parte de la pantalla)
Hasta el punto: @63,0

Esto significa que desde el último punto marcado, "tiramos" una línea en horizontal de 63 unidades de largo por 0 de alto. Siempre hemos de marcar el desplazamiento primero en el eje X y después en el eje Y. Si el desplazamiento fuese hacia arriba, escribiríamos: @0,63 es decir, 0 unidades en el eje X y 63 unidades en el eje Y. Si quisiéramos "tirar" una línea en horizontal pero hacia la izquierda, lo indicaríamos con un signo negativo. De igual forma esto serviría para líneas en vertical hacia abajo. Por ejemplo:

- @0,34 dibujaría una línea hacia arriba de 34 puntos
- @-45,0 dibujaría una línea hacia la izquierda de 45 puntos
- @12,23 dibujaría una línea desplazada 12 unidades a la derecha y 23 hacia arriba

- @0,-33 dibujaría una línea hacia abajo de 33 unidades
- @121,0 dibujaría una línea hacia la derecha de 121 unidades

COORDENADAS POLARES: Usará este método cuando deba dibujar una línea, de la cual conoce la longitud y el ángulo que forma éste con respecto al ángulo "0" en sentido antihorario. Se introduce en la forma **@D<A**. Donde "D" es la Distancia y "A" es el Ángulo. Observe que los valores de la distancia y el ángulo están separados por el símbolo <. El ángulo se tiene en cuenta a partir del ángulo 0 y en sentido contrario a las agujas del reloj. Por ejemplo, supongamos que hemos de crear un triángulo equilátero. Los pasos necesarios serán los siguientes:

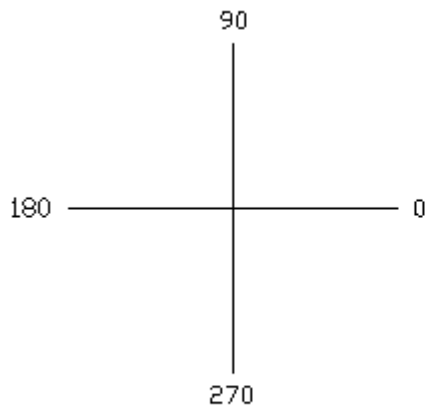


FIGURA 1

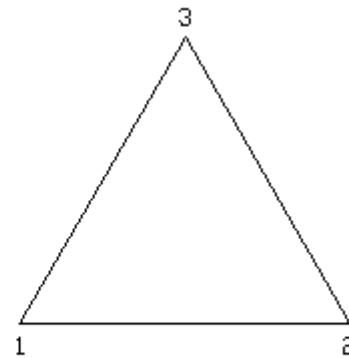
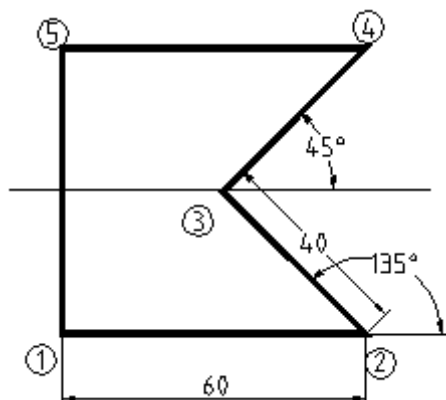


FIGURA 2

La Figura 1 es una imagen de referencia para saber cómo tenemos que tratar con los ángulos. Fijémonos en la imagen de la Figura 2. El punto 1 sería el inicio de la línea. Para dibujar una línea de 50 unidades hasta el punto 2 escribiríamos: @50,0. Ahora bien; la siguiente línea tiene también 50 unidades de longitud, pero un ángulo de 120 grados. La orden sería: @50<120. Finalmente podemos cerrar la figura pulsando la letra C (abreviatura de la orden CIERRA) o bien indicándole otra vez la longitud y el ángulo correspondiente que sería: @50<225

Ejercicio de Practica

Te invitamos a que realices la primera práctica. La siguiente figura marca con números encerrados en círculos los pasos que se han seguido.



Iniciar la orden LINEA.

1. Marcar el primer punto donde se indica con un círculo.
2. @60,0
3. @40<135
4. @40<45
5. @-60,0
6. C

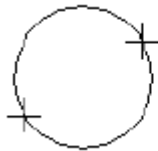
1.5.3 COMANDO CIRCULO



Con el mismo método descrito en el comando línea podemos dibujar otras entidades como círculos, elipses, arcos, cuadrados, etc. No olvides de fijarte en la línea de comandos las instrucciones que Autocad te va solicitando.

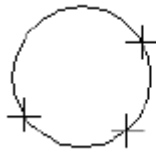
Hay que tener en cuenta que los datos que nos irá pidiendo Autocad para cada entidad serán distintos, por ejemplo en un círculo Autocad nos pedirá primero el centro y después el radio. Para especificar el centro de la circunferencia se designa un punto en cualquier lugar del área grafica; Para especificar el radio se introduce un valor numérico de radio si resulta más cómodo introducir el diámetro que el radio se responde con la letra "D" a la pregunta Specify radius of circle or [Diameter]:

puede especificarse un círculo designando dos puntos finales del diámetro con la respuesta **2P** la línea entre los dos puntos se utiliza como diámetro para crear un círculo



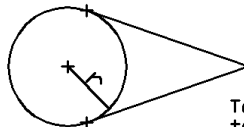
2 puntos:

También puede especificarse el círculo con tres puntos de la circunferencia respondiendo **3P** cuando el programa solicita el centro, el arco que forman los tres puntos se completa para formar un círculo



3 puntos:

Otra posibilidad consiste en trazar un círculo especificando dos tangentes y un radio para emplear esta opción se introduce **TTR**.



Tangente,
tangente,
radio

para utilizar estos métodos es posible arrastrar el ultimo punto o especificar puntos tangentes de referencia a entidades.

1.5.4 REFERENCIA A OBJETOS SNAP

Cuando dibujamos diferentes entidades (arcos, círculos, líneas...) a veces es preciso comenzar o finalizar el dibujo en un punto determinado. Por ejemplo, si tenemos un círculo y queremos dibujar una línea que parta de su centro, Las referencias a objetos sirven para encontrar un punto exacto que nos sirva de referencia para dibujar. Existe una barra de botones conocida como Barra de Referencia a Objetos (BRO) que se puede desplegar o incluso dejar visible.



Para dejar visible la barra, accederemos a View – Toolbars Herramientas y activaremos la Barra de Referencia a Objetos (Object Snap)

En esta barra podemos encontrar las siguientes opciones:

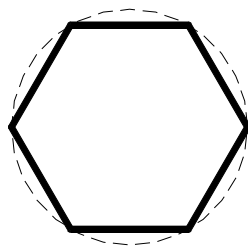
- **End point (Punto Final):** toma como referencia el extremo de una línea o arco
- **Mid point (Punto medio):** toma como referencia el punto medio del arco o línea
- **Intersection (intersección):** toma como referencia la intersección entre dos líneas, arcos o círculos
- **Center (Centro):** toma como referencia el centro de un arco o círculo
- **Quadrant (Cuadrante):** toma como referencia el punto cuadrante del arco ó círculo
- **Tangent (Tangente):** toma como referencia la tangente del arco ó círculo
- **Perpendicular:** toma como referencia la perpendicular al arco línea o círculo

1.5.5 COMANDO POLIGONO

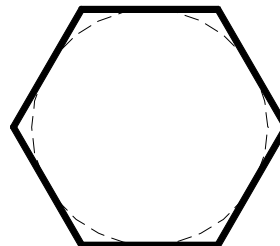


Con este comando podemos dibujar figuras con una cantidad indeterminada de lados de igual longitud por ejemplo cuadrados, pentágonos, hexágonos etc. Hay dos formas de crear estas figuras:

1. **INSCRITO:** esto quiere decir que creara el polígono y todos sus vértices caerán dentro de un círculo de de diámetro determinado
2. **CIRCUNSCRITO:** esto es que creara el polígono por fuera de un círculo de diámetro determinado



INSCRITO



CIRCUNSCRITO

- Por tal motivo antes de llamar al comando polígono tendremos que crear primero el círculo que será la base de nuestro polígono.
- El siguiente paso sera llamar el comando polygon, De la barra de menús seleccione Draw. – Polygon o escriba directamente el comando
- Autocad le pedira que Indique el numero de lados a dibujar
- Después le pide que especifique el centro del poligono para ello seleccionaremos el centro del circulo creado con la BRO
- Acontinuacion Indique si es un poligono inscrito o circunscrito en la circunferencia
- Por ultimo Indique el tamaño del radio de la circunferencia o arrastre el poligono hasta tocar un cuadrante de la circunferencia con la BRO

1.5.6 COMANDO MOVE



Nos servirá para desplazar o mover objetos dentro de un dibujo. Funciona de la siguiente manera:

- Seleccione los objetos que desea mover y de clic en el botón derecho del mouse para aceptar la selección.
- Indique un punto base de desplazamiento
- Indicar un segundo punto que será el punto a donde queremos desplazarlos

1.5.7 COMANDO COPY



Este comando permite copiar objetos a una distancia o en una posición determinada existe la posibilidad de realizar varias copias de un mismo objeto

- Inicia la orden copy
- Seleccione los objetos que desea copiar o multiplicar y da click con el botón derecho del mouse para aceptar la selección.
- Pulsa la letra "m" si deseas realizar una copia múltiple
- Autocad te solicita un punto que sirva de base para el desplazamiento
- Después autocad te pide el nuevo punto en el que se desea colocar la copia.

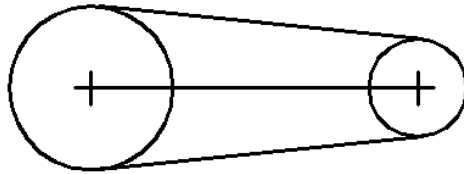
1.5.8 MODO ORTHO

El modo de trabajo orto obliga a mover, copiar o dibujar únicamente a lo largo de las líneas cuadrantes horizontal y vertical y nos asegura ángulos rectos precisos este comando se activa y desactiva con la tecla F8 del teclado. Confirme que el botón "Ortho" en la barra de estado se ve oprimido, como se muestra en la figura:



Ejercicio de Practica:

Veamos un ejemplo: vamos a dibujar la siguiente figura:

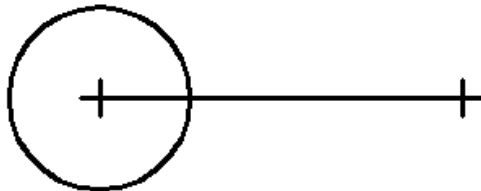


A continuación se muestra las acciones que debes realizar

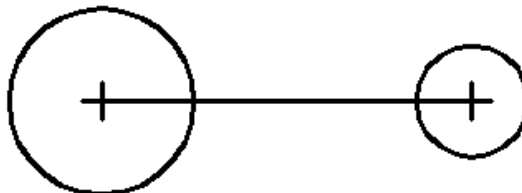
Inicia la orden Línea. Y Comienza dibujando la siguiente figura. Da igual las medidas:



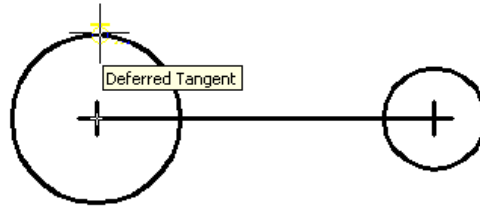
- Inicia la orden Círculo
- Observa que en la línea de comandos nos pide el centro del círculo
- Pulsa click en el botón Intersección de la barra de referencia a objetos
- Mueve el ratón hasta situarlo más o menos en la intersección izquierda. Observa que aparece una marca automáticamente de color amarillo en forma de "X". Cuando esa marca esté situada exactamente en la intersección, pulsa Click.
- "Estira" el círculo más o menos como la figura:



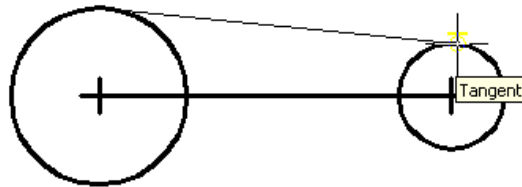
- Pulsa click para fijar el círculo.
- Haz lo propio en la otra intersección para que queda como sigue:



- Inicia la orden Línea.
- pulsa click en el botón Tangente de la barra de *Referencia a objetos*. Aparecerá un circulito con una línea en color amarillo.
- Autocad te pide el punto de inicio de la línea deberás pulsar click con la figura amarilla en la parte superior del círculo



- vuelve a pulsar click en el botón Tangente de la barra de referencia a objetos
- autocad te pide ahora el siguiente punto pulsa click en la misma parte del otro círculo.



- pulsa el botón derecho del ratón para finalizar la orden Círculo
- Haz lo mismo para dibujar la línea inferior.

Hay que significar que cada vez que la orden línea nos pide un nuevo punto, debemos volver a pulsar click en el botón Tangente. Esto sucede en muchas órdenes.

1.5.9 COMANDO BORRAR (ERASE)



Esta orden borra entidades de la pantalla.

- Podemos borrar pulsando el botón Erase para llamar el comando
- Selecciona las entidades que desees borrar con un click del mouse sobre estas
- Pulsa el botón derecho del mouse para finalizar la orden

También podemos borrar seleccionando la entidad y oprimiendo el botón suprimir del teclado (Supr)

1.5.10 ORDEN DESHACER (UNDO)



Este comando funciona exactamente igual que la mayoría de aplicaciones que funcionan bajo Windows, es decir, deshace las últimas acciones. Podemos encontrarla en el botón Deshacer o en el menú Edit - Undo. Esta orden será muy útil si hemos "metido la pata" con un dibujo, con una modificación, etc. El contrario de esta orden es Rehacer (redo), es decir rehace lo último que se ha deseado.

1.5.11 CANCELAR UNA ORDEN

Como ya se ha mencionado es muy importante observar siempre la línea de comandos. A veces, sucederá que estamos en mitad de una orden, y la línea de comandos nos va pidiendo los diferentes parámetros de que consta dicha orden. Si no nos damos cuenta, puede pasar que pensemos que no estamos haciendo nada, y pulsemos un click en algún botón para comenzar otra orden, mientras que Autocad estaba todavía esperando los parámetros de la orden anterior. Para cancelar cualquier orden en cualquier momento, podemos pulsar la tecla Escape del teclado (Esc), y en la línea de comandos veremos la orden Command: Esto significa que ya no estamos utilizando ninguna orden, sino que Autocad espera el siguiente comando.

1.5.12 REPETIR LA ÚLTIMA ORDEN

Muchas veces nos encontramos ante la necesidad de repetir alguna orden. Para no volver a pulsar o escribir la última orden dada. Si hemos finalizado una orden y queremos repetirla, podemos pulsar la tecla Enter del teclado o bien el botón derecho del ratón. Esto hará como si pulsásemos el botón o menú que activa la última orden.

1.5.13 COMANDO TRIM



Esta orden, como su nombre lo indica, sirve para "recortar" objetos o trozos de objetos sobrantes en sus puntos de intersección con otras entidades. Esta orden nos pedirá dos datos:

- Primero seleccionar el objeto que recorta ó hasta donde queremos recortar
- después seleccionar el objeto que tiene que ser recortado.

1.5.14 COMANDO EXTEND

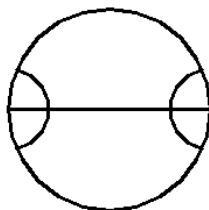


Esta orden sirve para extender objetos hasta su intersección con otras entidades

- Primero debemos seleccionar el objeto hasta donde queremos extender
- Después seleccionar el objeto que se desea extender

Ejercicio de Practica:

Veamos un ejemplo:

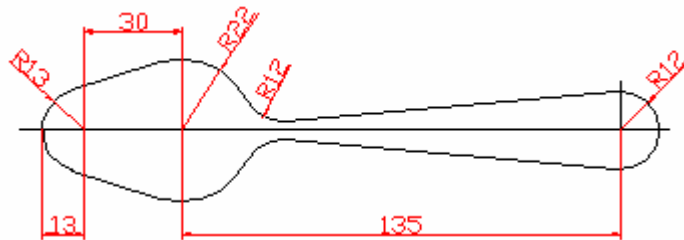


- Dibuja dos círculos de radio 10. El radio puedes escribirlo por teclado cuando pulses click en el botón Círculo. Da igual la distancia entre ellos, pero procura que estén paralelos. Puedes ayudarte con la tecla (F8)
- Inicia la orden Línea cuando te pida el punto de inicio pulsa click en el botón Centro de la barra de referencia a objetos y Sitúa el puntero en el primer círculo (aparecerá la marca de referencia) y pulsa click
- Cuando te pida el siguiente punto vuelve a pulsar click en el botón Centro de la barra de referencia a objetos y Pulsa click en el segundo círculo
- pulsa el botón derecho del ratón para finalizar la orden Línea
- Inicia la orden Círculo nuevamente
- Pulsa click en el botón Punto medio (Midpoint) de la Barra de referencia a objetos
- Pulsa click en el centro de la línea recta
- Pulsa click nuevamente en el botón Centro de la Barra de Referencia a Objetos
- Pulsa click en el centro de uno de los dos círculos
- Pulsa click en el botón Trim de la barra de herramientas Modify
- Selecciona con un click el círculo grande Este será el objeto que recorta ó hasta donde queremos recortar.
- Pulsa el botón derecho para indicar que hemos terminado de seleccionar objetos
- Pulsa click en la parte exterior de los dos círculos estos serán los objetos que queremos recortar
- Pulsa click derecho para indicar que hemos terminado de recortar. El objeto

Fíjate que los dos círculos pequeños han sido recortados por los puntos que interceptan al objeto cortante (círculo grande).

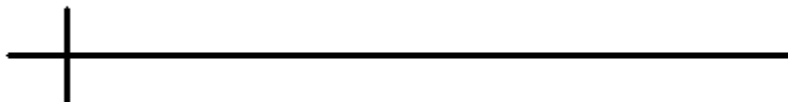
Ejercicio de Practica:




Vamos a realizar un dibujo de que nos servirá tanto de práctica como de repaso de algunas órdenes vistas. El dibujo propuesto es la siguiente cuchara:

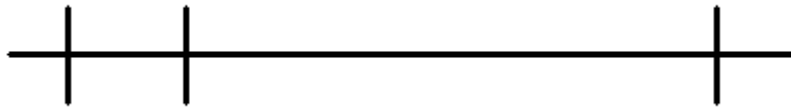



Para realizar esta cuchara, primero vamos a dibujar unas líneas que nos servirán como ejes para definir luego los círculos que nos servirán para el dibujo.

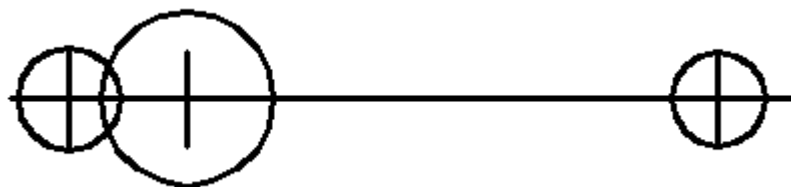
1- Traza una línea horizontal de aprox. 200 unidades y otra vertical aproximadamente de 24 unidades así:




- 2- Selecciona el botón de Copiar objeto  situado en la barra de herramientas
- 3- Autocad te pregunta qué objetos quieres copiar. Observa el mensaje en la línea de comandos. Pulsa un click en la línea vertical para seleccionarla.
4. Pulsa una vez el botón derecho del ratón para finalizar la selección de objetos
5. Autocad pregunta ahora cuál es el punto base o eje sobre el que se desplazará el objeto. Abre el botón de referencia a objetos  y selecciona el botón Intersección 
6. Pulsa sobre la intersección de las dos líneas.
7. Acad pregunta ahora donde queremos copiarlo. Escribe en la línea de comandos: @30,0 para copiarlo 30 unidades a la derecha.
8. Realiza la misma operación con la primera línea para copiarla 165 unidades a la derecha (@165,0)



9. Inicia la orden Círculo  desde el botón o bien desde el menú Draw - Circle – Center, radius
10. Cuando Autocad te pregunte el centro del círculo, pulsa click en el botón Intersección de la barra de referencia a objetos.
11. Pulsa click en la primera intersección de la línea pequeña con la larga
12. Autocad te preguntará desde la línea de comandos el radio. Escribe: 13 y pulsa Enter
13. Haz dos círculos más utilizando el mismo método, pero de radio 22 y 12 respectivamente.



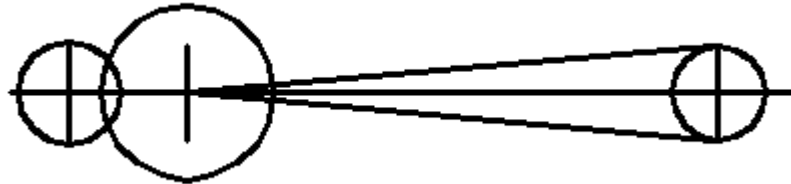
14. Inicia la orden Línea. Cuando Autocad te pregunte el punto inicial de la línea, escoge el botón Tangente  de la barra de referencia a objetos

15. Pulsa Click en el cuadrante superior del círculo de la derecha.

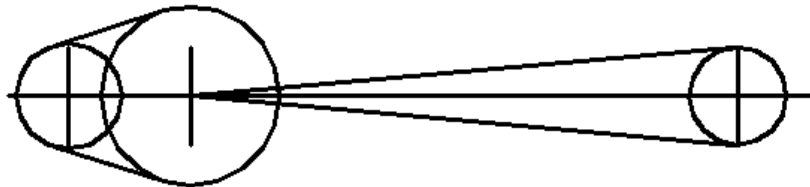
16. Para el siguiente punto, utiliza el botón Intersección de la barra de referencia a objetos y pulsa en la intersección del círculo mayor

17. Pulsa el botón derecho del ratón para dejar de designar objetos

18. Haz lo propio para crear la línea inferior



19. Utilizando las referencias a Tangente termina de dibujar el resto de las líneas:

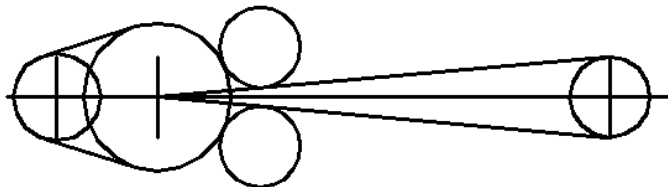


20. Inicia la orden círculo del menú Draw - Círculo - Tan Tan Radius para indicarle que queremos hacer un círculo partiendo de dos tangentes y un radio.

21. Cuando Autocad te pida el primer punto de tangencia, escoge el botón Tangente de la Barra de referencia a objetos y pulsa click sobre el cuadrante superior derecho del círculo mayor. Después, pulsa click sobre la línea que viene a su derecha.

22. Autocad preguntará el radio, y dará por defecto un radio de 12. Acepta pulsando Enter o el botón derecho del ratón.

23. Haz lo propio con el círculo inferior. La figura ha de quedar más o menos así:



24. Inicia la orden Trim desde su botón correspondiente

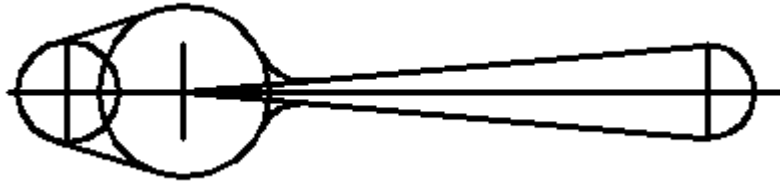



25. Autocad pregunta primero hasta donde quieres recortar. Pulsa click sobre las dos líneas diagonales y sobre el círculo mayor.

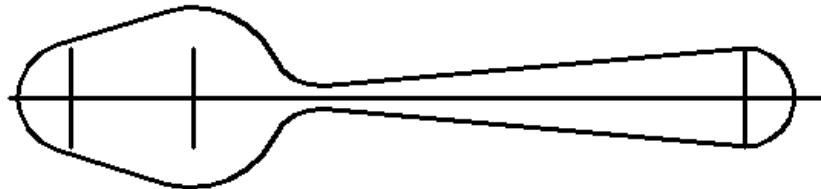
26. Pulsa el botón derecho para dejar de designar líneas

27. Autocad pregunta ahora qué líneas tienen que ser recortadas. Pulsa click sobre el cuadrante izquierdo del círculo de la derecha y sobre los dos círculos tangentes que hemos dibujado en los puntos 21 y 22.

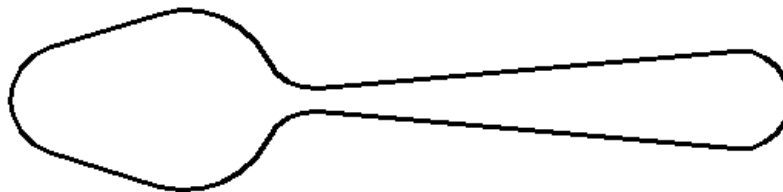
28. Pulsa el botón derecho para terminar de designar



29. Finalmente, deberás recortar los trozos de línea que sobran. Si te equivocas, recuerda utilizar la opción Deshacer  desde el botón correspondiente o bien desde el menú Edit - Undo



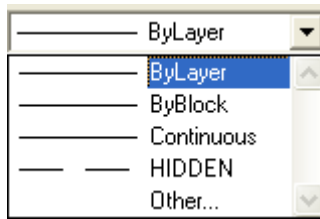
30. Borra los ejes de la figura y ya está terminada



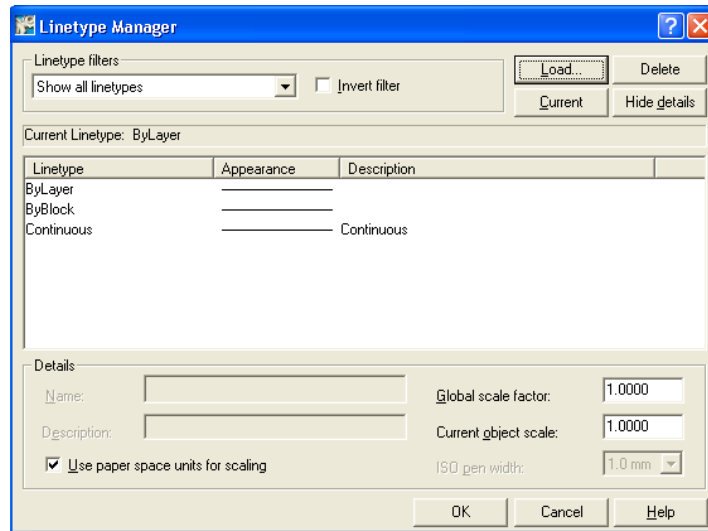
1.5.15 TIPOS DE LINEAS

Cuando ha estado trabajando en Autocad, casi todas las líneas han sido del tipo continuo. Este es un tipo de línea en particular. La mayoría de los dibujos simples pueden ser elaborados con este único tipo de línea. Pero En muchas ocasiones en Dibujos más avanzados nos interesa diferenciar entidades a través de distintos colores y tipos de líneas como líneas de centro, líneas ocultas, líneas fantasma, entre otras.

Cuando inicia un nuevo proyecto en Autocad, sólo un tipo de línea está disponible. Esta es la línea tipo continuo. Autocad dispone de más estilos de líneas, pero solamente carga una para comenzar, con tal de mantener el tamaño del archivo en un valor mínimo. Si usted necesita un tipo de línea diferente, debe cargarlo a su dibujo actual. para ello podemos desplegar la siguiente lista de tipos de líneas ubicada en la barra de herramientas Object Properties.



La opción Other nos lleva al siguiente cuadro de dialogo



También podemos escribir directamente el comando Linetype y presione Enter, ó bien del menú desplegable elegir Format – linetype y nos llevara al mismo cuadro de dialogo.

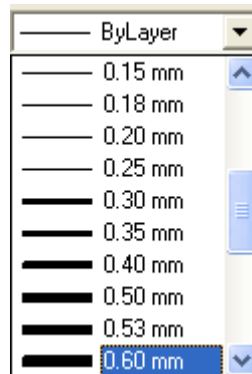
En este cuadro de dialogo se muestran los distintos tipos de línea que tenemos cargados. El botón Load de este cuadro nos permite cargar en el programa muchos mas tipos de línea de la lista con que cuenta autocad. Cuando lo oprima, verá aparecer otro cuadro de diálogo Seleccione los tipos de línea que desea cargar y presione la tecla OK para que los nombres de la línea que selecciono aparezcan en la ventana de tipos de líneas.

También puede modificar La escala del tipo de línea, esta determina la forma en que se mostrará en pantalla y se imprimirá. Dependiendo del tipo de línea o del área original que usted estableció, tal vez tenga que modificar la escala. Puede modificar este parámetro cambiando el valor en la casilla 'Global Scale Factor

Una vez que ha finalizado pulse la tecla OK nuevamente para terminar este comando

Otra propiedad de las líneas es su ancho, o qué tan gruesas son al mostrarse en pantalla o al imprimirse. Un ejemplo común de una línea que debe ser ancha es el borde alrededor del cuadro de título. En ocasiones, usted puede usar líneas más angostas para achurar. Pero más allá del uso que les dé, son poderosas opciones de representación. Los métodos para cambiar el ancho de línea en objetos es similar al

utilizado con los tipos de línea (arriba mencionados). En la barra de herramientas Object Properties podemos desplegar la siguiente lista de anchos de línea.



También existe la posibilidad de activar o desactivar la representación del ancho de línea. Solamente haga clic sobre el botón 'LWT' ubicado en la barra de estado (como se ve en la figura).



1.5.16 LAYERS


Los Layers es un arma mucho muy efectiva para el desarrollo de un diseño ya que su utilización nos permite ver únicamente detalles específicos sobreponiendo objetos en nuestra área de trabajo. Nos ayudan a tener un control, manejo y organización de colores etc. sobre todos y cada uno de los elementos que conforman el dibujo

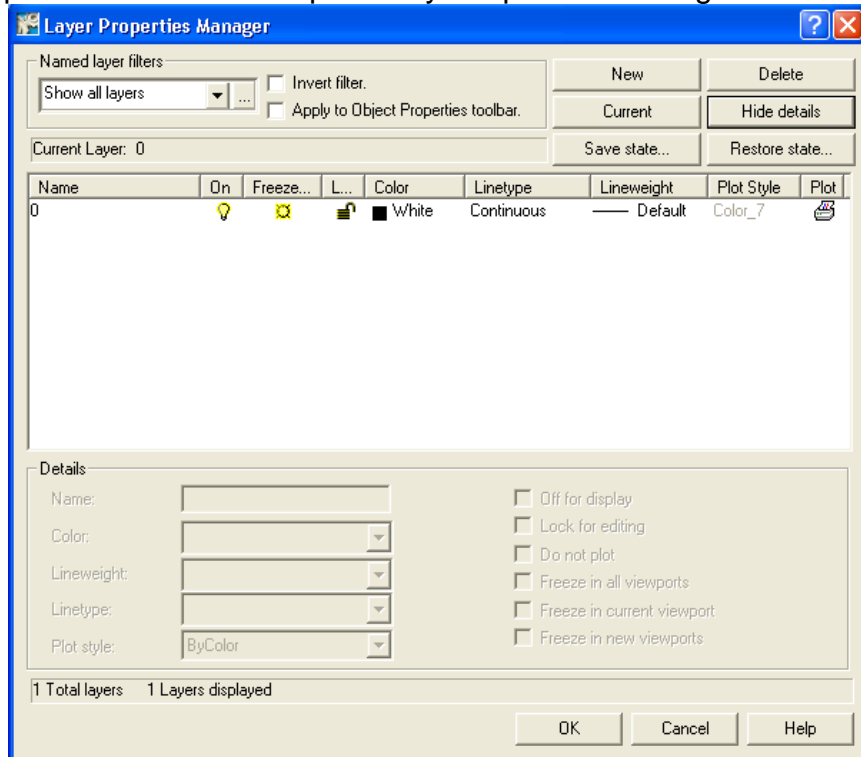
Son capas que nos va a permitir trabajar con objetos de forma individual. Funcionan de forma similar a acetatos donde podemos aislar y tratar separadamente los objetos que componen la escena. Imaginemos un plano de una planta de vivienda; podríamos dibujar en un acetato con un color determinado los tabiques, en otro acetato los muebles, en otro los sanitarios, etc. De esta forma podríamos, por ejemplo, "esconder" el acetato de muebles y observar sólo las demás capas.

Se pueden crear todos los layers que sean necesarios en cada dibujo y de la misma forma se le pueden asignar atributos diferentes a cada uno de ellos

Para crear un nuevo layer vamos a ubicar la siguiente barra de herramientas en la parte superior de autocad.



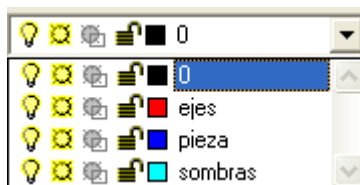
- Debes pulsar en el botón Capas  y te aparecerá el siguiente cuadro de dialogo:



- Pulsa en el botón New y escribe el nombre de la capa, pulsa Enter para grabar el nombre.
- Para darle color, pulsa en el cuadrado negro y te aparecerá una paleta de colores. Escoge el color deseado y acepta.
- De la misma forma puedes cambiar el estilo de línea por default autocad define un tipo de línea continua, da clic sobre la palabra Continuous y aparecerá una lista con los diferentes tipos de línea selecciona el que requieras y presiona OK
- Para finalizar el cuadro de dialogo oprime la tecla OK

En ocasiones usted dibujará un objeto y luego se dará cuenta que está en la capa equivocada. Para cambiarlo de capa Puede seguir este sencillo procedimiento:

Seleccione el objeto que desea cambiar de capa y mueva el puntero hacia la parte superior de la pantalla, donde se halla la lista de capas.



En esta lista verá todas las capas disponibles; elija la capa en la cual desea que aparezca la entidad, luego oprima ESC. con esto aparecerá la entidad en la nueva capa.

Para convertir en otro color o en otro tipo de línea alguna entidad ya dibujada podemos seleccionarla con un clic y acceder a la lista desplegable de capas en la pantalla del dibujo principal. Eligiendo posteriormente el color o tipo de línea deseados



También puede cambiar el tipo de línea de un objeto modificando sus propiedades

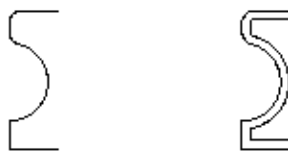
Los tipos de línea también pueden ser controlados al colocar todos los objetos que compartan el mismo tipo de línea en una capa y luego aplicando el tipo de línea usando la opción **ByLayer**.

1.5.17 COMANDO OFFSET



Compensa un objeto paralelamente a una distancia definida de un objeto ya existente.

- Cuando llamas el comando offset autocad te pide primero que especifiques la distancia a la cual deseas compensar.
- Después te pide que especifiques el objeto que deseas compensar.
- Después te pregunta hacia que lado la quieres compensar con el mouse das un click hacia el lado que deseas.
- Para finalizar el comando damos un clic con el botón derecho del mouse.



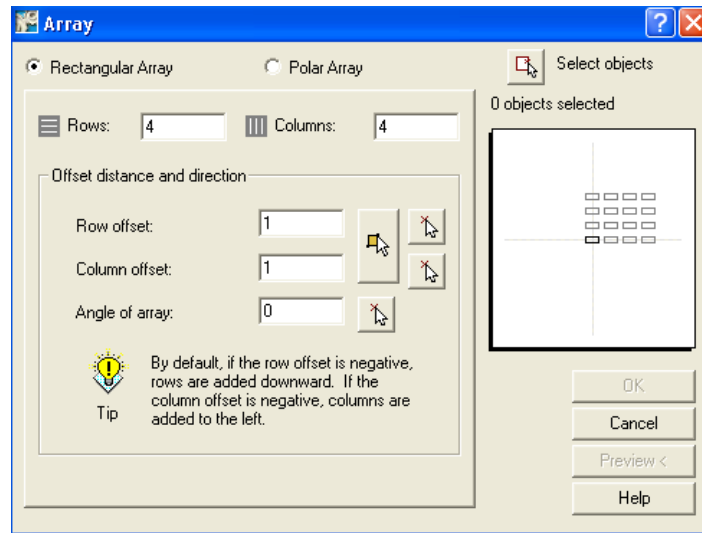
1.5.18 COMANDO ARRAY



Una matriz es un conjunto de objetos copiados de forma simétrica a una distancia X. Una matriz puede ser de dos formas:

1. rectangular (los objetos se copian uno al lado del otro)
2. polar (los objetos se copian formando un círculo)

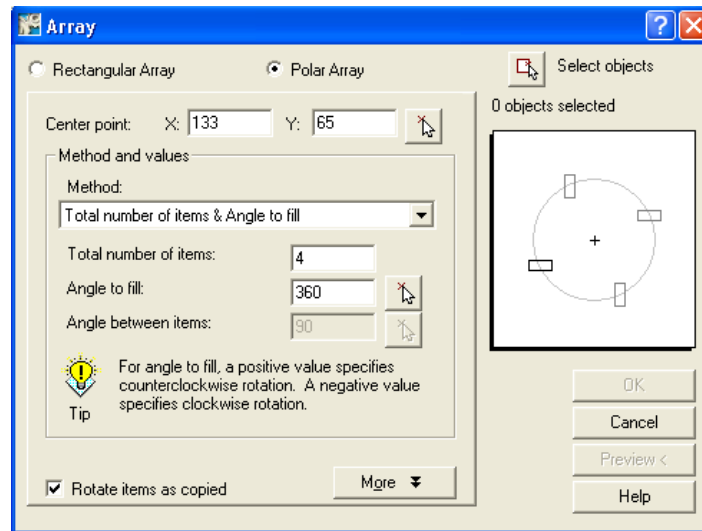
cuando llamamos el comando array este nos despliega el siguiente cuadro de dialogo:



La primer opción que nos presenta este cuadro de dialogo es un arreglo rectangular, Esto colocará los objetos en un patrón fila/columna. En este cuadro de dialogo debemos especificar lo siguiente:

- seleccione el objeto con que se formará el arreglo, haciendo clic en el botón de la esquina superior derecha. (Presione Enter después de seleccionar el objeto).
- Especifique la cantidad de renglones (Rows) y columnas (Columns) que desea crear
- Introduzca el valor de la distancia que habrá entre renglones (Row offset) Esta distancia será la que tendrá entre la parte inferior del rectángulo original y la parte inferior del rectángulo que se encontrará en la siguiente fila.
- Introduzca el valor de la distancia que habrá entre columnas (Column offset).
- Para crear matrices hacia abajo y hacia la izquierda, utilizaremos distancias negativas
- Haga clic en el botón "Preview" (Vista Previa) para ver el arreglo antes de realizarlo.
- Si el arreglo es correcto (verifique con el dibujo de ejemplo), presione el botón "Accept". Si necesita cambiar algo, presione el botón "Modify", haga sus cambios en el cuadro de diálogo y vaya a la Vista Previa nuevamente.

Podemos también seleccionar la opción polar array y esto nos desplegara el siguiente cuadro de dialogo



Este cuadro de dialogo colocara los objetos alrededor de una circunferencia para este tipo de arreglo debemos especificar lo siguiente:

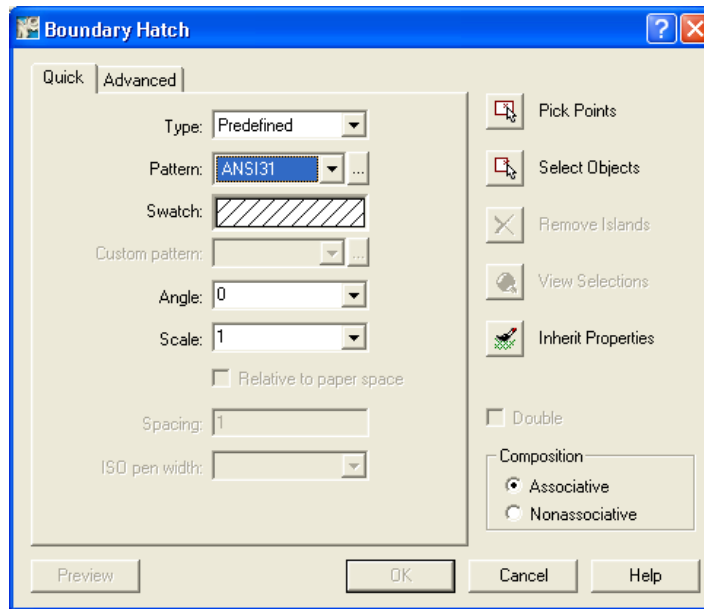
- seleccione el objeto con que se formará el arreglo, haciendo clic en el botón de la esquina superior derecha. (Presione Enter después de seleccionar el objeto).
- Especifique el Centro de la matriz Elija el centro del círculo
- Indique el Número de elementos a copiar (total number of ítems)
- Indique el Ángulo a cubrir este puede ser desde 1 grado hasta 360 grados
- Haga clic en el botón "Preview" (Vista Previa) para ver el arreglo antes de realizarlo.
- Si el arreglo es correcto (verifique con el dibujo de ejemplo), presione el botón "Accept". Si necesita cambiar algo, presione el botón "Modify", haga sus cambios en el cuadro de diálogo y vaya a la Vista Previa nuevamente.

1.6.19 SOMBREADO (HATCH)



Los sombreados sirven para cubrir con un relleno de patrones predefinidos las zonas interiores de los dibujos con la finalidad de representar ciertos materiales. Comúnmente se hace en las vistas de sección (vistas de corte).

Cuando llamamos el comando de achurado autocad nos despliega en pantalla un cuadro de dialogo llamado BOUNDARY HATCH (Achurado de Frontera).



En este cuadro de dialogo hay que especificar lo siguiente:

- elija el patrón de achurado predefinido
- Ahora debe seleccionar el área que será achurada. Con el botón pick points ubicado en la esquina superior derecha Haga clic en algún lugar dentro del área que desee achurar presione <ENTER>.
- Establezca el valor de escala (scale) del achurado. Este es tan sólo un número que hará el achurado se vea más grande (tan grande que tal vez no pueda verlo) y un número pequeño puede hacer que el achurado sea tan denso que incluso parezca sólido.
- Haga que el achurado sea "Asociado" (Associative); esto significa que si usted ajusta el rectángulo o el círculo, el achurado se corregirá automáticamente para adaptarse a las nuevas fronteras.
- Finalmente, presione el botón 'Preview' para ver si el resultado es lo que esperaba

Ejercicio de Practica:

Para verlo, vamos a realizar un dibujo. Para ello necesitaremos crear varias capas:

Una Capa **Ejes**, color rojo

Una Capa **Pieza**, color azul oscuro


Una Capa **Sombras**, color azul claro

El siguiente ejemplo muestra el dibujo de una brida. Con todas las capas a la vista, y con la capa Ejes escondida:



Vamos a crear la primera capa para los ejes: En la barra de herramientas existen unos botones para controlar las capas:



- Debes pulsar en el botón Capas  y te aparecerá un menú.
- Pulsa en el botón Nueva y escribe como nombre de la capa: Ejes. Pulsa Enter para grabar el nombre.
- Para darle color, pulsa en el cuadrado negro y te aparecerá una paleta de colores. Escoge el rojo y acepta.
- Crea de la misma forma las demás capas:

Nombre	A...	I...	I...	I...	B...	C...	Tipo línea
0							Continuous
Ejes							Continuous
Pieza							Continuous
Sombras							Continuous

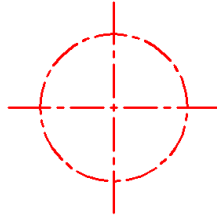
- pulsa en el botón OK para Aceptar el cuadro de diálogo y salir al entorno de dibujo.

A continuación hemos de escoger la capa de los ejes para dibujar los mismos. Observa que la barra de herramientas que acabamos de cerrar nos muestra la capa 0 de color negro y línea continua que es la que Autocad tiene por defecto para dibujar las entidades.

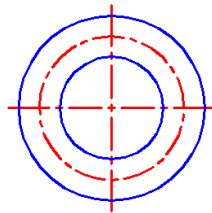
- Abre la lista desplegable y escoge la capa roja de los ejes.



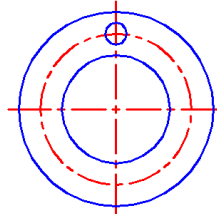
- Ahora sólo debes dibujar las líneas rectas que forman los ejes vertical y horizontal de la pieza con una longitud de 100 mm, y un círculo partiendo de la intersección de los mismos con un diámetro de 70 mm. El dibujo debe parecerse a La siguiente figura.



- Cambia a la capa Pieza y dibuja dos círculos más uno de 90 mm de diámetro y otro de 50 mm que sean más o menos equidistantes como se muestra en la figura.



- Dibuja ahora un pequeño círculo en la parte superior. Para marcar el centro debes ayudarte con el botón Intersección de la barra de referencia a objetos.



- Debes pulsar el botón Matriz

Seleccionar objetos: pulsa click en el círculo pequeño para seleccionarlo. Pulsa el botón derecho del mouse para terminar de seleccionar objetos.

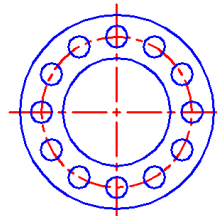
Rectangular o polar (<R>/P): pulsa la letra **P** y pulsa Intro


Centro de la matriz: selecciona el botón de referencia a intersección y pulsa en la intersección de los ejes vertical y horizontal.

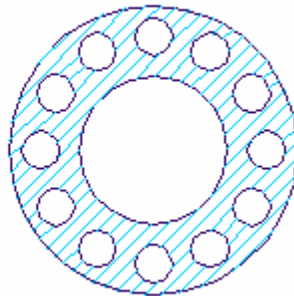
Número de elementos: escribe 12 y pulsa Intro

Ángulo a cubrir: acepta 360 como ángulo a cubrir por los elementos pulsando Intro

¿Rotar objetos mientras se copian?: esta opción da igual, ya que se trata de círculos. Pulsa Intro y se formará la figura.



- Abre la lista de capas y pulsa click en el sol amarillo (segundo dibujito comenzando por la izquierda) y después pulsa un click fuera de la lista desplegable. Con esto lo que hacemos es esconder la capa ejes.
- Abre la lista de capas y escoge la capa Sombras para activarla
- Pulsa en el botón Sombreado 
- Abre la lista Patrón y escoge el tipo ANSI131
- Pulsa el botón Pick Points situado en la parte derecha
- Pulsa un click en la zona donde va a ir situado el sombreado (entre el círculo pequeño y el grande exterior)
- Pulsa el botón derecho (volvemos al cuadro de diálogo)
- Pulsa el botón OK para Aplicar la capa



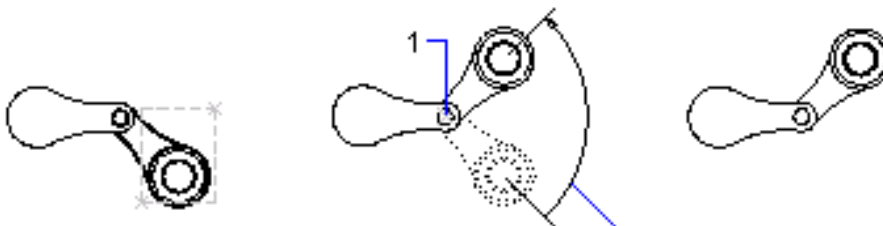
1.5.20 COMANDO ROTATE



La orden Rotate (o botón Rotate) permite rotar un objeto a partir de un eje. La rotación podemos indicársela a Autocad mediante un movimiento del ratón o bien escribiendo por teclado el ángulo a rotar.

Para este comando se debe especificar lo siguiente:

- Seleccione los elementos a rotar, con el botón derecho del mouse se acepta la selección
- Especifique un punto que servirá de base para el giro de los objetos
- Indique el ángulo de referencia o de giro y presione enter

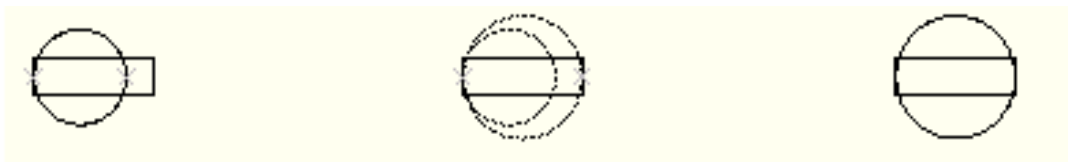


1.5.21 CAMBIO DE TAMAÑO O ESCALA



La orden Modify - Scale (o botón Escala) nos permite modificar el tamaño de los objetos. Al ejecutar este comando, Autocad nos puede pedir:

1. Punto base: indica el punto que permanecerá invariable al modificar la escala.
 2. El factor de ampliación o reducción puede establecerse de dos formas:
- Factor de escala: se introduce directamente el cambio de la escala de los objetos designados. Un valor de 0.5 reducirá el tamaño del objeto a la mitad y un 2 la aumenta en el doble del tamaño.
 - Referencia: si no estamos seguros de la escala a utilizar pero conocemos la longitud actual de un objeto y la que queremos que tenga en la nueva escala. Por ejemplo Si el objeto mide 5.6 mm y queremos que mida 8.4 mm, introduciremos el primero como referencia y el segundo como la nueva longitud.

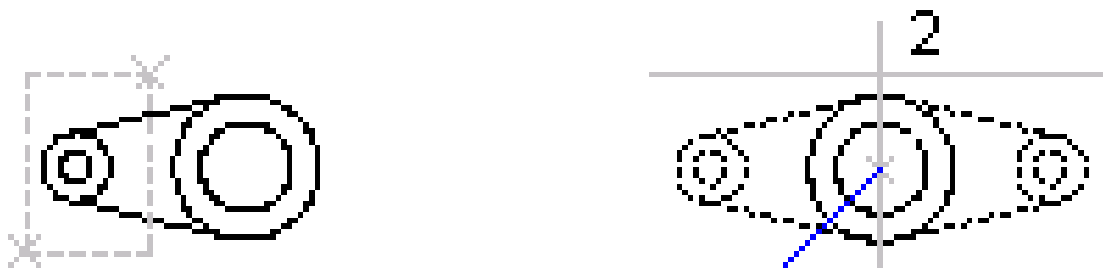


1.5.22 REFLEJAR OBJETOS (MIRROR)



El comando Simetría nos permite hacer una copia reflejada a modo de espejo de un objeto invirtiendo la dirección de los objetos conforme a una línea de reflexión. Autocad nos pedirá:

- seleccione los objetos a reflejar y pulse click derecho con el mouse para aceptar la selección
- indique el primer punto de simetría para hacer la copia espejo
- indique el segundo punto de simetría
- autocad preguntara si desea borrar el o los objetos originales indicar (Y) o (N)

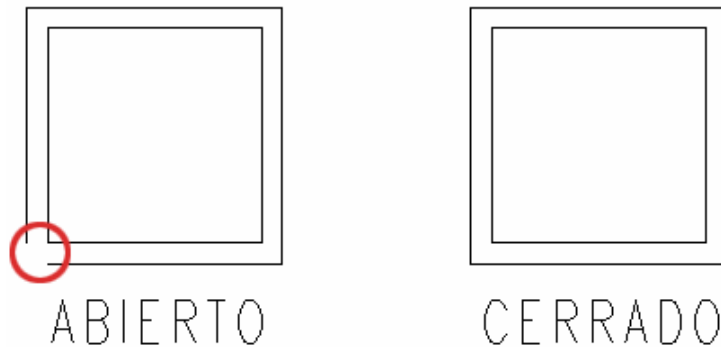


1.5.23 POLILÍNEAS

Aunque hasta ahora hemos trabajado con herramientas para dibujar líneas, círculos, arcos, etc. a veces conviene unirlos para trabajar con ellos. Una polilínea no es más que un conjunto de entidades como las mencionadas que nos permitirá trabajar mejor. Podremos juntarla con otras polilíneas, cambiar su grosor, curvarla, darle una extrusión (3 dimensiones), etc. De hecho, según el dibujo que vayamos a hacer, es conveniente trabajar con polilíneas en vez de líneas normales.

Un rectángulo es un ejemplo de una polilínea. Como ha visto, es un objeto que puede ser modificado y utilizado con mayor facilidad en comparación con cuatro líneas separadas.

Para convertir una línea en polilínea debemos primero asegurarnos que todos los objetos que vayan a conformar la polilínea estén conectados en sus vértices, esto quiere decir que no deben existir huecos o discontinuidades que dificulten su unión ya que de lo contrario no podremos crear la polilínea.



Las polilíneas tienen algunas cualidades únicas que las hacen muy útiles:

1. Pueden tener ancho (constante o variante).
2. Pueden consistir de arcos y líneas.
3. Pueden ser editadas.
4. Pueden unirse.
5. Pueden ser explotadas en segmentos individuales.

Las polilíneas se crean usando el comando POLYLINE, accede al menú desplegable Modify - Objet - Polyline y nos aparecerá un menú en la línea de comandos.

- Autocad nos pide que seleccionemos la línea que deseamos modificar (Pedit select polyline or [Multiple]:)
- A la pregunta de si deseas transformarla en una polilínea responde afirmativamente.

Las opciones del menú son las siguientes:

- **Close (Cerrar):** dibuja un segmento que une los dos extremos de la polilínea

- **Join (Juntar):** Esta es una de las herramientas de edición más utilizadas añade líneas, arcos o polilíneas al extremo de una polilínea abierta. Para que se unan, los dos extremos deben tocarse.
- **Width (Grosor):** cambia el grueso uniforme de toda la polilínea
- **Edit Vertex (Editar vértices):** señala con una X los vértices pudiendo ser eliminados, añadidos, etc.
- **Fit (Adaptar curva):** adapta o amolda una curva a los vértices de la polilínea
- **Spline:** crea una curva spline con los vértices de la polilínea como puntos de control de movimiento
- **Decurve (Estado Previo curva):** se borran todos los vértices de más creados con adaptar curva o Spline
- **Ltype Gen (Generar tipo línea):** dibuja el tipo de línea en un patrón continuo mediante los vértices de la polilínea
- **Undo (Deshacer):** anula la operación más reciente
 - Selecciona la opción join para crear una sola línea
 - Autocad te pide que selecciones todos los objetos que formaran la polilínea da un clic con el botón derecho del mouse para finalizar la selección
 - Presiona enter para terminar el comando
 - Ahora todos los objetos que hallas seleccionado se comportaran como si fuesen una sola entidad

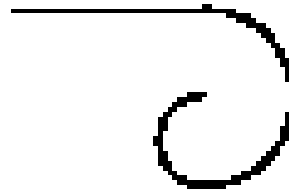
1.5.24 EXPLODE



Anteriormente, vimos la orden para crear polilíneas. En la cual podíamos crear un objeto a partir de varios. No obstante, si queremos aplicar algún comando a una de las líneas que forman la polilínea, tendremos que descomponer la misma en sus objetos originales.

Esto lo haremos con el botón. Explode. Autocad nos pedirá qué objeto deseamos descomponer seleccionamos el objeto con un click en el mismo y pulsaremos enter para aceptar la selección.

La descomposición de polilíneas, polígonos, etc dará lugar a líneas y arcos simples.



1.5.25 ORDEN DIVIDE

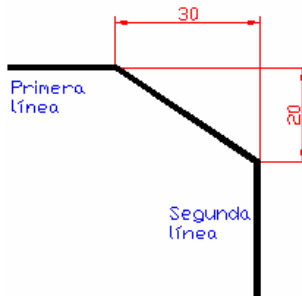
Esta orden, tal y como dice su nombre, divide un objeto en partes iguales.

- Para ello, debemos seleccionar el objeto a dividir.
- Después debemos indicar la cantidad de segmentos o divisiones que deseamos que tenga
- Es importante señalar que en la división de un objeto aparecerán unas marcas llamadas Puntos que nos indicarán los puntos exactos de la división.

1.5.26 CHAMFER (CHAFLANES)



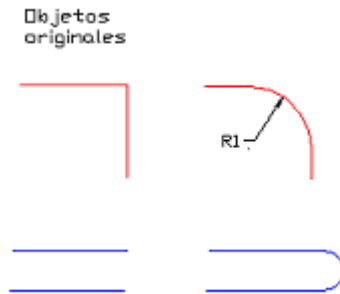
Este comando une dos objetos designados con un segmento recto. Podemos definir la distancia o ángulo del chaflán. Por ejemplo, en la ilustración de abajo hemos dibujado dos líneas formando un ángulo recto y hemos definido la primera distancia en 30 y la segunda en 20 para la primera y segunda línea respectivamente.



1.5.27 FILLET (FILETES)

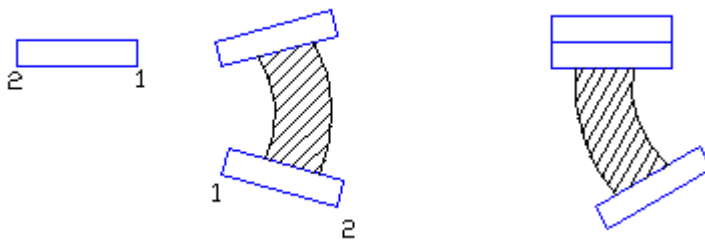


Similar a chaflan, sirve para unir dos objetos con un arco de radio determinado de forma tangente a ambos. Ante de utilizar este comando, es necesario que definamos el radio de empalme, que por defecto es 0. El empalme puede aplicarse a dos objetos o a una polilínea. Si se aplica a ésta última, cada vértice se convertirá en un arco tangente a cada línea. El empalme puede ser también aplicado a dos líneas paralelas. Observa los ejemplos:



1.5.28 ALINEAR OBJETOS

Una de las acciones más difíciles es el colocar un objeto respecto a otro de forma precisa y alineada. Para ello, podemos moverlos, girarlos, etc y a veces resulta sumamente complicada su alineación. La orden Alinear (Align) permite designar un objeto y alinearlo con otro. Fíjate en la imagen:



Para su alineación, hemos escrito la orden Alinear. Nos ha pedido el objeto, hemos designado el de la derecha y a continuación marcamos el punto 1 como 1er punto origen y el 2 como 1er punto destino. Lo mismo para los puntos 3 y 4.

1.5.29 CREACIÓN DE TEXTOS



Autocad dispone de la posibilidad de añadir textos a nuestros dibujos. Un texto está considerado como un objeto o entidad cualquiera que puede ser modificado.

El texto que escribamos en la pantalla puede ser añadido en forma de líneas o de párrafos. En forma de líneas permite escribir una sola línea, mientras que en forma de párrafos podemos escribir varias líneas formando un párrafo. Para ello, podemos utilizar los siguientes comandos:

- **TEXT:** crea un texto en forma de línea
- **MTEXT:** crea un texto en forma de párrafo

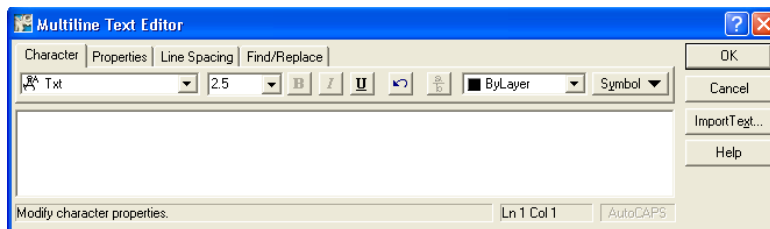
Escribe la orden TEXT y te aparecerá en la línea de comandos una serie de opciones:

- Especifica el punto inicial: donde pulsemos click, marcará el punto inicial a partir del cual comenzaremos a escribir en este punto autocad te proporciona otras dos opciones entre corchetes
- Ajustar (Justify): determina el ajuste del texto en el dibujo
- Estilo (Style): podemos cambiar el estilo del texto antes de comenzar a escribir
- Especifica la altura: esto determina el tamaño de letra
- Especifica la Rotación: 0 (acepta pulsando Intro)
- Introduce el Texto: escribe: Texto de Prueba o cualquier cosa que se te ocurra y pulsa Enter al final autocad te da la oportunidad de seguir introduciendo mas líneas de texto cada una de estas será independiente de la anterior vuelve a pulsar Enter para terminar el comando

Prueba la opción de MTEXT (texto multiple). En esta opción se le pide:

- Que seleccione la primera esquina de una ventana
- Autocad le pide que seleccione la esquina opuesta para esto puede arrastra la ventana hacia la derecha oprima click para indicar la esquina opuesta.

Con esto aparecerá el siguiente cuadro de dialogo:



Este cuadro de dialogo se divide en dos partes la parte inferior es la pantalla del editor y la parte superior esta dividida en tres fichas:

- Carácter (Character)
- Propiedades (Properties)
- Buscar / Remplazar (Find/Remplace)


En la ficha Character podemos controlar aspectos como: cambio del tipo de letra, Altura del tipo de letra, texto en negritas y cursivas, parámetros de color, agregar símbolos especiales etc.

Dentro de la ventana el texto se dibuja con una justificación superior izquierda por default El texto se puede ajustar utilizando las siguientes opciones de alineación que aparecen en la pestaña properties:

Top Left (superior izquierda), Middle left (mitad izquierda), Bottom left (inferior izquierda), Top Center (superior centro), Middle center (Mitad Centro), Bottom Center (inferior centro), Top Right (superior derecha), Middle Right (mitad derecha), y Botton Right (inferior derecha), sitúan el texto en relación al punto de inserción en la forma indicada.

También en esta pestaña puede modificar el estilo del texto por default aparece un estilo Standard

Para modificar un texto ya escrito podemos hacerlo de tres formas:

1. mediante el menú desplegable Modify - Objet –Text - Edit, que da acceso a una ventana donde podemos modificar el texto escrito, pero sólo el texto. Tras esta orden, Autocad nos pedirá que seleccionemos un texto y aparecerá dicha ventana.
2. mediante el menú desplegable Modify - Properties o el botón  que utilizaremos para modificar aparte del texto, las propiedades de cualquier entidad.
3. pulsando doble click con el mouse sobre el texto

1.5.30 ACOTACIONES

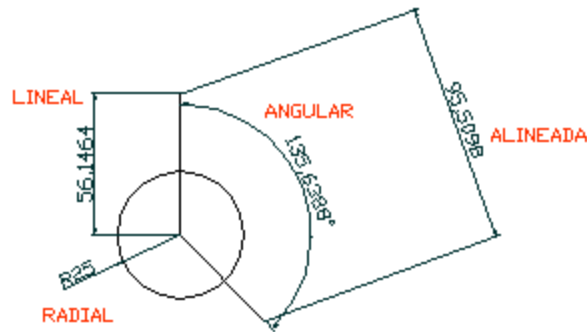
En el dibujo de cualquier entidad, una de las acciones más importantes es la acotación. Las líneas de cota definen los atributos de longitud, altura, profundidad, etc de la entidad. Podemos acceder a las acotaciones desde el menú Acotar o bien existe una barra de herramientas para trabajar con las acotaciones que podemos visualizar desde el menú desplegable View - toolbars y activando la barra Dimension.



- Linear - (Lineal) se usan para acotar ya sea distancias horizontales o verticales.
- Aligned - (Alineada) acotará la longitud de una línea inclinada, en forma paralela a la misma.
- Radius - (Radio) este tipo de acotaciones le dará el radio de arcos o de círculos.
- Diameter - (Diámetro) se usan con los círculos.
- Angular - (Ángulos) acotan el ángulo formado entre dos líneas que usted elija.
- Baseline - (Línea Base) son un tipo especial de acotaciones que apilan automáticamente las acotaciones a lo largo de un plano, mientras usted selecciona los puntos deseados.

Podemos realizar acotaciones lineales, alineadas, de radios, de diámetros, etc. El tipo de acotación que usted elija depende totalmente de la información que desea comunicar a la persona que leerá el dibujo.

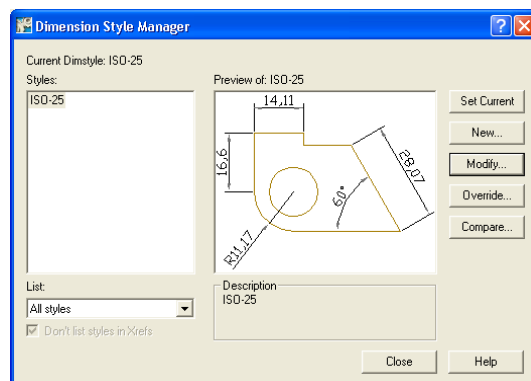
Observa que cada acotación requiere puntos de fijación para acotar. La acotación circular, por ejemplo, sólo nos pide el círculo, pero la lineal nos pide dos puntos. Observa diferentes tipos de acotación en la siguiente figura:



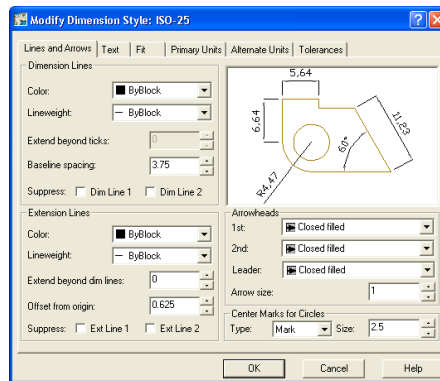
Una cota esta formada por diferentes entidades como:

- **Línea de cota:** indica la dirección y longitud de la acotación. Contiene una flecha en los extremos. El texto se escribe a lo largo de esta línea. En cotas angulares la línea es un arco.
- **Extremos de la cota:** símbolos en los extremos (flechas, líneas oblicuas...).
- **Línea de referencia:** línea que se extiende desde el objeto acotado hasta la línea de cota.
- **Texto de la cota:** texto que identifica la medida real de la cota
- **Directriz:** línea que se extiende desde la anotación de texto hasta la entidad acotada.
- **Marca de centro:** cruz que identifica el centro de la entidad acotada.

Quizá veas el texto de la acotación demasiado grande o demasiado pequeño. Para definir el texto de la acotación así como otras propiedades, podemos acceder a través de Format – Dimension Style. Accedemos a una ventana donde podemos cambiar el aspecto de la altura del texto y algunas otras características como el tamaño de las flechas de la cota, la alineación del texto, tolerancias... etc.



Observa que a la derecha del cuadro de diálogo hay varios botones con los que podemos definir diferentes propiedades de acotación y crear un nuevo estilo. Para modificar las propiedades de las cotas, pulsa el botón Modify. Del lado derecho, con lo que nos llevara a un nuevo cuadro de diálogo con diferentes pestañas.



La pestaña lines and arrows define el aspecto de las líneas de cota, extremos, marcas de centro y líneas de referencia

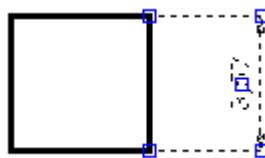
La pestaña text define el aspecto del texto de la cota Por defecto, el estilo que usa Autocad es el STANDARD.

La pestaña primary units controla propiedades como precisión lineal por defecto autocad considera dos dígitos significativos, precisión angular, el formato de las unidades por ejemplo si queremos especificarlas en fracciones etc.

A través de la opción tolerancias geométricas podemos indicar las desviaciones de perfiles, orientación, grosor, etc de una entidad. Las tolerancias geométricas tienen símbolos que representan las características de ésta.

Una vez que hemos creado una cota, ésta se puede modificar:

Mediante las líneas azules de los pinzamientos: seleccionando una cota y a través de los pinzamientos estirla o moverla.



1.6 INTRODUCCIÓN A LAS 3 DIMENSIONES

Cuando nos referimos a las tres dimensiones, estamos hablando de la posibilidad de proyección de un objeto en el espacio o eje Z. Hasta ahora habíamos utilizado dos ejes; X e Y. Podremos crear objetos alámbricos, superficies o sólidos en 3D.

Mediante los sólidos se pueden crear toda clase de objetos tridimensionales a partir de primitivas o de curvas planas. También se pueden crear regiones que son elementos

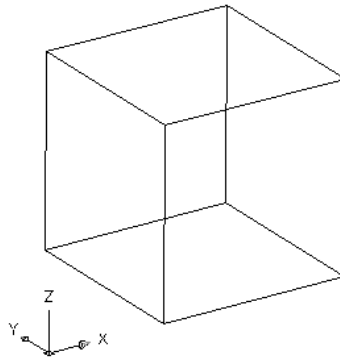
superficiales que pueden ser editados y mediante los cuales, a su vez, se pueden crear sólidos complejos.

La representación de los sólidos se hace en forma alámbrica pudiendo obtenerse una visión más real de los mismos mediante la opción ocultar, un RENDER, o simplemente la opción SOMBRA.

Es importante conocer antes de comenzar dos términos: elevación y altura.

La elevación de un objeto, determina su posición en el espacio o eje Z.

La altura del objeto determinará su proyección en ese eje. Observa el gráfico:



Lógicamente, aquí hemos cambiado el punto de vista para observar la altura del objeto. Lo primero que haremos será estudiar el comando básico para elevar un objeto así como cambiar su altura, y ver cómo podemos modificar el punto de vista del observador.

1.6.1 ORDEN EXTRUSIÓN



Existe una orden llamada Extrude que hace que el próximo objeto que vamos a dibujar, cambie su elevación y altura. Pensemos que en un principio, todos los objetos tienen una elevación y una altura de 0 (a nivel de suelo y dos dimensiones).

Esta orden se encuentra en el menú desplegable Draw > Sólidos > Extrude. Mediante esta orden se puede construir sólidos mediante extrusión, es decir dando altura a entidades bidimensionales como círculos, elipses, polilíneas o regiones. Si la polilínea tiene grosor, éste no se toma en cuenta, además la polilínea deberá de ser cerrada y no podrá contener segmentos que se corten o crucen entre sí. El formato de esta orden es:

- Seleccione los objetos que desea extruir de clic con el botón derecho del mouse para aceptar la selección.
- Especifique la altura de extrusión o [trayectoria de extrusión]:

La opción por defecto es **altura de extrusión**, nos generará un sólido tomando como base la polilínea de la que partimos y de la altura que le indiquemos.

A continuación AutoCAD nos dirá:

- Precise ángulo de inclinación para extrusión <0>:

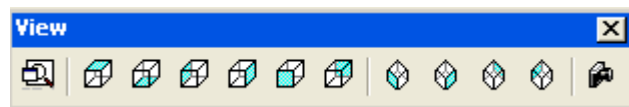
el ángulo de extrusión deberá estar entre 0 y 90, este ángulo es el comprendido entre el eje de las Z y las caras verticales generadas por la extrusión, si el valor del ángulo es positivo, la extrusión se efectuará hacia el interior del sólido; si es negativo, el sólido crecerá en superficie a medida que gana altura.

Si elegimos la opción **trayectoria de extrusión**, crea un sólido a partir de una polilínea cerrada que se mueve a lo largo de otra polilínea (esta abierta), que ejerce de trayectoria.

autocad nos pide ahora que seleccionemos la trayectoria de extrusión:

1.6.2 VISTAS

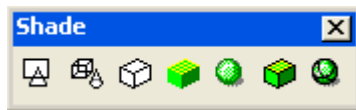
Desde el menú desplegable View - 3D View se puede acceder igualmente a algunos puntos de vista predeterminados como son: Superior, Inferior, Izquierdo, Derecho, Frontal, Posterior, Isométrico SO, Isométrico SE, Isométrico NE e Isométrico NO. En el caso de seleccionar un punto de vista desde cualquiera de los seis lados posibles, habrá que tener en cuenta, que Autocad no solo varía el punto de vista, sino que también varía el sistema de coordenadas a fin de que coincida siempre el plano de trabajo XY con la vista seleccionada. Otra forma de obtener los puntos de vista citados es mediante los iconos:



Nos permite visualizar la vista en planta de nuestro dibujo tomando como base el SCU, el sistema de coordenadas actual o un sistema de coordenadas que tengamos guardado

1.6.3 SHADE (SOMBRA)

Una de las principales razones para crear modelos sólidos 3D es visualizarlos mejor durante el proceso de diseño. La representación de un objeto significa la creación de una imagen sombreada de manera realista del modelo tridimensional utilizando toda la información sobre geometría, vista, luz que se encuentra en el modelo. Ocultando todas las líneas de fondo de un objeto que en realidad no se verían en la vista actual se simplifica el despliegue y se aclara el modelo. La barra de herramientas shade le permite este tipo de vista de superficies y sólidos



Hidden (oculta)

Cuando la vista esta en forma de representación alambica significa que todas las líneas se dibujan incluso las que están ocultas por otros objetos la orden hidden regenera el dibujo suprimiendo las líneas ocultas.



Flat shaded (sombra)

Inicia el proceso de sombreado este produce una imagen mas realista del modelo que la opción hidden en el proceso de sombreado autocad realiza un ocultamiento antes de crear una imagen sombreada plana del dibujo en la ventana actual autocad proporciona una luz predeterminada a partir de una sola fuente de luz localizada directamente detrás de usted como si tuviera una luz sobre sus hombros



3D wireframe (alambre)

Esta opción regresa el modelo a una representación alambrica cuando se tiene este en forma de sombra o con líneas ocultas Hidden permitiéndonos ver de nuevo todas las líneas dibujadas incluso las que están ocultas por otros objetos

EJEMPLO EXTRUDE

- Escribe en la línea de comandos ELEV. Como elevación déjalo en 0 (pulsa Intro)
- Como altura, escribe 20. Pulsa Intro.

Aparentemente no ha pasado nada y hemos dibujado un círculo. Esto es porque lo estamos observando en planta (desde arriba) y parece un círculo normal en dos dimensiones. Ahora cambiaremos la perspectiva.

- Abre la barra de herramientas Vistas con nombre (hay un botón en la barra superior). Desplégalo y elige el botón Isométrico SO

Este es el aspecto de la figura en planta y una vez elegido el punto de vista mencionado:

Hemos bajado el zoom para verlo mejor. Ahora, jugando con los valores de Elev, podemos construir objetos unos encima de otros. No hay que fiarse en un principio de la apariencia de las vistas en perspectiva. Si estás situado en la última vista que hemos elegido e intentas dibujar un círculo encima del que hemos dibujado, la vista en perspectiva te engañará. Parecerá que está encima del primer círculo, pero si cambias a vista en planta, lo verás alejado y en el suelo. Pruébalo para convencerte.

Para dibujar realmente un objeto encima de otro, haremos lo siguiente:

- Cambia a vista en planta (botón Superior de la barra desplegable de vistas), con el botón que hemos visto antes.
- Escribe Elev. Como nueva elevación escribe: 30 y como nueva altura del nuevo objeto: 20.
- Dibuja otro círculo en medio y cambia de vista. Aquí te mostramos las dos vistas una vez dibujado el objeto:

Los objetos se muestran en forma de malla alámbrica. Esta malla define la perfección o definición de sus caras y aristas.

Podemos modificar la altura de un objeto ya dibujado seleccionando el objeto y accediendo al botón Propiedades

Si dibujas líneas cerradas o un polígono, cambias a la vista en perspectiva y ocultas líneas, observarás que no se crea una caja cerrada, sino líneas con altura:

Para conseguir "tapar" la caja, hemos utilizado la orden 3DCARA. Esta orden nos pedirá varios puntos. Podemos con la ayuda de la barra de referencia a objetos (botón Punto final), ir marcando las 4 aristas que formarán la tapa de la caja.

Una vez hecho, oculta líneas y observa el resultado.

Ejercicios propuestos:

Para practicar lo que hemos aprendido y comenzar a dominar la situación de los elementos en el espacio, puedes realizar algún ejercicio como el que verás debajo. Debes tener cuidado con los cambios de elevación y altura. Cuando tengas que dibujar un objeto en el suelo después de haber dibujado otro elevado, recuerda cambiar Elev a 0 para dibujar el objeto.

1.6.4 SUPERFICIE DE REVOLUCIÓN



Un perfil de un objeto puede girar alrededor de un eje. A este objeto se le llama superficie de revolución. Debemos preparar primero lo que será la sección del objeto, convertirla en polilínea, dibujar una línea que representará el eje central alrededor del cual girará el objeto, y aplicarle el giro adecuado. Existe un comando, revolve, que es el que se encarga de realizar esta operación. No obstante, disponemos también de la opción del menú Draw - Solids - revolve.

EJERCICIO REVOLVE

- Para nuestro ejercicio, dibuja primero unas líneas que representen el perfil de un objeto. Dibujo de muestra.

- Con el botón Empalme, debemos definir previamente los radios, y a continuación volver a utilizar esta orden y marcar las líneas rectas para que vayan construyéndose los diferentes empalmes como en el ejemplo:

- Después, debemos acceder a la orden Modificar - Objeto - Polilínea y Acad nos pedirá el objeto: pinchamos en cualquier línea, y Acad preguntará si queremos convertirla en una polilínea: respondemos que SÍ. Aparecerá el menú inferior típico de la edición de polilíneas. Pulsamos la inicial de la orden Juntar (la letra J), pulsamos Intro, y vamos seleccionando todos los segmentos individuales de líneas que hemos ido creando (rectas y empalmes). Finalmente, terminamos de seleccionar con el botón derecho del ratón. y salimos del menú de edición de polilíneas.

- A continuación dibujamos una línea recta que servirá de perfil para el recorrido de la forma:

- Accedemos a Dibujo - Superficies - Sup. de revolución y Acad nos pide:

- * la superficie a revolucionar: selecciona el perfil.
- * el eje: selecciona la línea recta.
- * ángulo inicial: pulsa Intro
- * grados que debe recorrer la polilínea: (si quieres un círculo completo, pulsa Enter)

En la siguiente figura, hemos optado por darle 270 grados de recorrido para que no se cierre del todo la figura.

Para definir mejor las caras de las figuras, debemos variar el valor de la variable surfTAB1 y surfTAB2 que son las que definen el número de caras que se generan de forma vertical y horizontal. Por defecto, Acad tiene 6 como valor. Si aumentamos el número de la variable, aumentarán las caras, la figura estará más definida, pero también tardaremos más en realizar un render. En la siguiente figura observamos el mismo dibujo anterior, pero con un valor de 24 en las variables surfTAB1 y surfTAB2. Para cambiar dichos valores, tan sólo tendremos que escribir esas órdenes desde la línea de comandos.

1.6.5 OPERACIONES BOLEANAS

El trabajar en 3D regularmente involucra la utilización de objetos sólidos. En ocasiones podría necesitar combinar múltiples partes en una sola, o quitar secciones de un sólido. AutoCAD posee algunos comandos que facilitan estas tareas. Estas son las "Operaciones Booleanas":

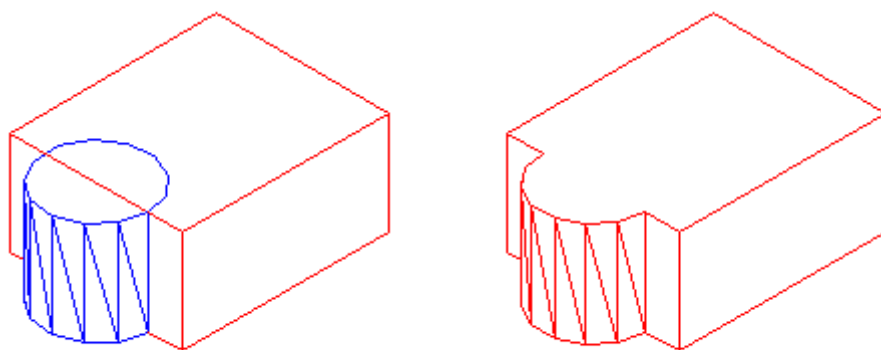
- UNION – (UNIR) combina dos o más sólidos para formar un objeto.
- SUBTRACT – (SUSTRAR) quita a un objeto sólido el volumen de otro sólido.
- INTERSECT - (INTERSECTAR) encuentra la zona en que coinciden objetos sólidos y retiene ese volumen.

Estos comandos sólo trabajan con sólidos o regiones. Es fácil trabajar con ellos SI usted sigue las indicaciones en la línea de comandos. Aquí hay un ejemplo de cada una.



ORDEN UNION

Esta orden se encuentra en el menú desplegable Modify > Sólids Editing > Unión. Nos permite unir varios sólidos para formar otro nuevo compuesto por las partes comunes y no comunes de ellos. Permite incluso unir sólidos que no tienen partes en común. Abajo a la izquierda se ve un bloque y un cilindro. Ambos son objetos separados. Si desea combinarlos en uno solo, debe usar el comando 'Union'.



El comando UNION combina dos o más objetos sólidos en un solo objeto.

Aquí se muestra una simulación de lo que verá en la línea de comandos, y también una imagen del objeto resultante:

- Command: union (OPRIMA ENTER)
- Select objects: elija el bloque y el cilindro ambos a la vez y oprima enter)

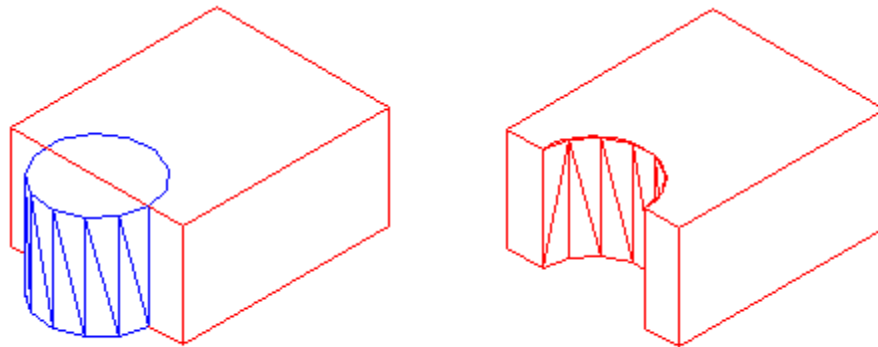
NOTA: el primer objeto que usted selecciona determinará las propiedades del objeto resultante de la unión.



ORDEN SUBTRACT

Esta orden se encuentra en el menú desplegable Modify > Sólids Editing > Subtract. Con esta orden obtenemos un sólido resultante de la resta de un sólido con otro.

Primero habrá que designar los sólidos a los que les queremos restar una parte y luego los sólidos que le vamos a restar a los anteriores. He aquí un ejemplo:



El comando SUBTRACT quita el volumen de uno o más objetos sólidos de otro.

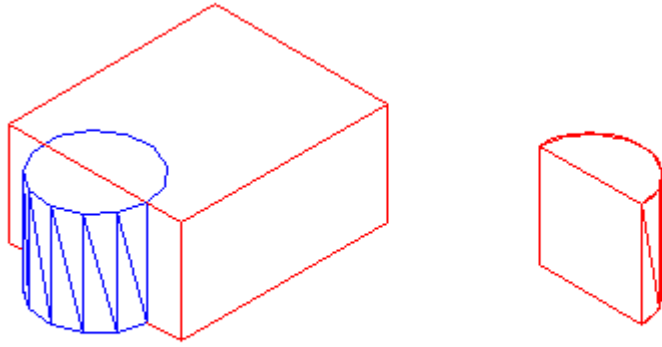
Si existen varios sólidos que se interseccionan entre sí y que deben restarse a otro sólido, es preferible primero hacer las uniones o intersecciones de los sólidos y dejar la resta entre ellos para el final,

- Command: subtract
- Select solids and regions to subtract from...(ELIJA EL BLOQUE) 1 found (OPRIMA ENTER)
- Select objects: Select solids and regions to subtract... (ELIJA EL CILINDRO) 1 found (OPRIMA ENTER)



ORDEN INTERSECCION

Esta orden se encuentra en el menú desplegable Modify > Sólids Editing > Intersect. Este comando crea un nuevo sólido a partir del volumen común a dos o más sólidos o regiones (es decir, donde se intersectan). AutoCAD encontrará dónde es que dos objetos tienen un volumen de interferencia y conservará dicho volumen, descartando el resto. El siguiente es un ejemplo de este comando:



El comando INTERSECT combina el volumen de uno o más objetos sólidos en las áreas de interferencia para crear un solo objeto sólido.

- Command: intersect
- Select objects: elija el bloque y el cilindro ambos a la vez y oprima enter

Estos comandos le permitirán hacer gran parte del trabajo en 3D, usando solamente el comando Extrude y los comandos Booleanos. Si alguna de las entidades designadas no es un sólido, Autocad le informará de ello.

1.7 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS


Este tema es de gran utilidad para la programación de maquinas de CNC ya que por medio de la identificación de puntos podemos localizar las coordenadas X,Y de cualquier punto en una figura lo que nos evitara los cálculos trigonométricos ahorrándonos un tiempo considerable para esto debemos conocer primero los siguientes comandos:



Origen UCS: Es la opción por defecto, nos pide que indiquemos la posición del origen de coordenadas de nuestro nuevo sistema. El sistema se moverá a la posición indicada sin variar la orientación de los ejes.

ID POINT: muestra las coordenadas de la posición de un punto designado para llamar este comando basta con teclear ID en la línea de comandos.

Para conocer las coordenadas de un punto en autocad se deberá seguir la siguiente secuencia:

1. realizar la geometría en autocad trazándola lo mas exacta posible
2. mover el origen de coordenadas al punto en donde sera nuestro cero de pieza con el botón Origen UCS 
3. identificamos los puntos mediante el comando ID

- En la línea de comandos escribimos ID damos enter

- seleccionamos el punto que queremos identificar y en la línea de comandos nos aparecerán las coordenadas X, Y, Z
- en el caso de dibujos en 2D la coordenada Z siempre aparecerá en cero

1.8 EXPORTAR LA GEOMETRÍA DE AUTOCAD

Supongamos que tenemos la siguiente geometría en CAD y ya está lista para ser exportada y poder ser procesada en CAM

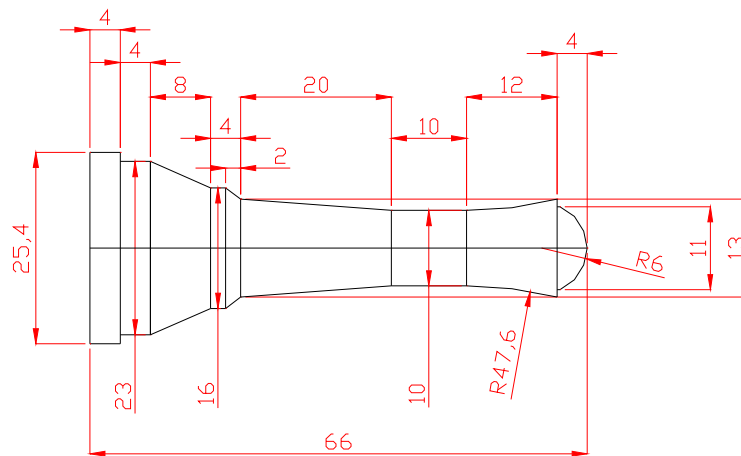
En Autocad dentro del menú de archivo se selecciona exportar y aparecerá la siguiente pantalla

En este menú se selecciona el tipo de archivo al que queremos convertirlo. Se recomienda los archivos extensión DXF para aquellos que manejen líneas y modelos de alambre mientras que el formato SAT es recomendable para superficies y sólidos.

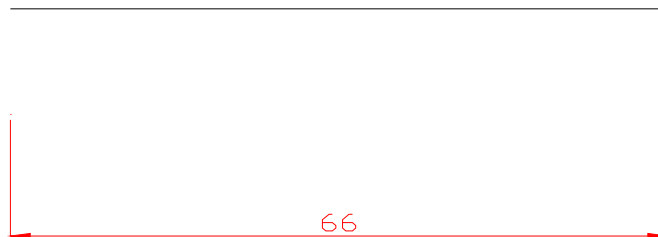
Además en este menú se selecciona el lugar donde se debe grabar el archivo. De esta manera se tiene el archivo listo para trabajar en CAM

2 ELABORACIÓN DE PIEZAS DE AJEDREZ

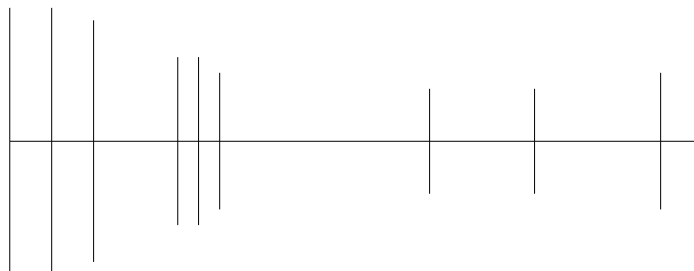
2.1. REY



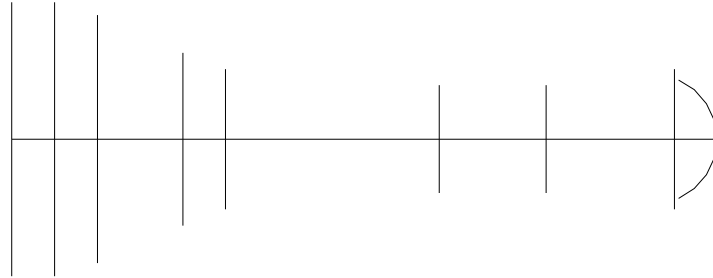
1. Realizar una línea horizontal de 66 unidades.



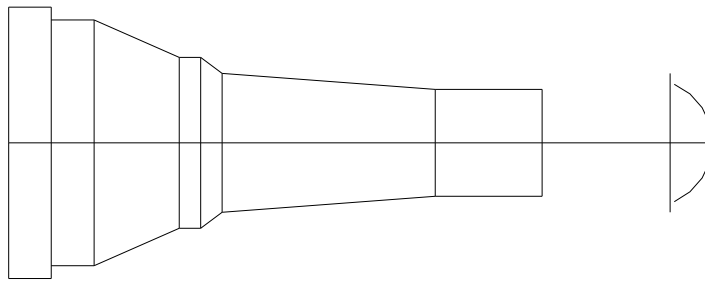
2. Realizar una línea vertical de 25.4 unidades, dos de 23 unidades, dos de 16 unidades, dos de 10 unidades y una de 13 unidades. Seleccionar la línea de 25.4 unidades por la mitad y moverla al inicio de la línea de 66 unidades. Realizar la misma operación con las demás líneas para ubicarlas a 4, 8, 16, 18, 20, 40, 50 y 62 unidades respectivamente, sobre la línea de 66 unidades.



3. Realizar un círculo de un radio de 6 unidades y ubicarlo tomándolo por la parte central derecha, al final de la línea de 66 unidades. Con el comando trim, cortar la mitad derecha.



4. Seleccionando el comando línea, unir todas las líneas verticales por la parte superior hasta la penúltima. Repetir lo mismo en la parte inferior.



5. Realizar un círculo de un radio de 47.6 unidades, tomándolo por la mitad inferior, moverlo a la parte superior de la penúltima línea vertical, con el comando trim, cortar lo que sobra del círculo. Con el comando espejo, reflejar el arco en la parte inferior.

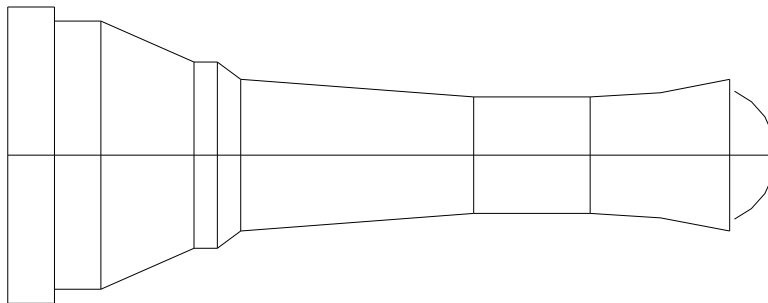
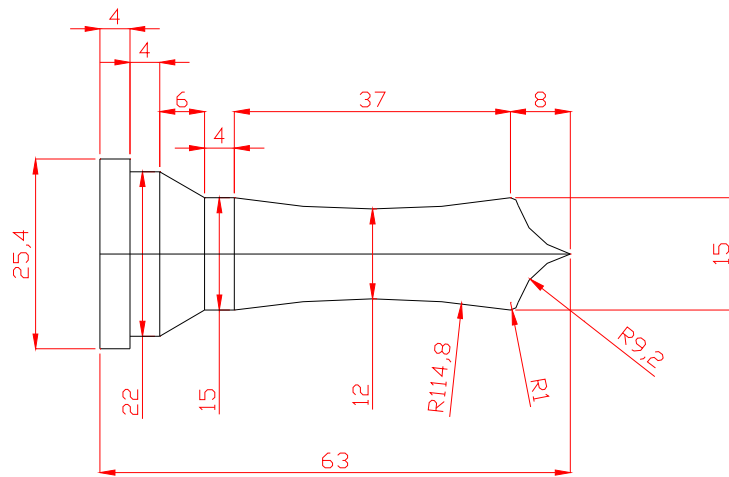


Figura terminada.

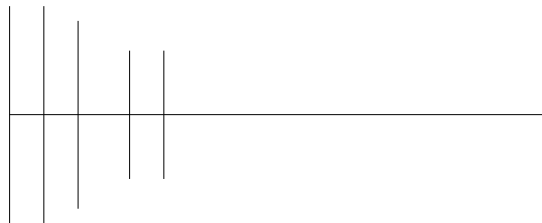
2.2 REYNA



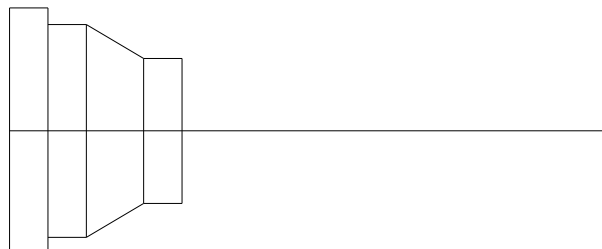
1. Realizar una línea horizontal de 63 unidades.



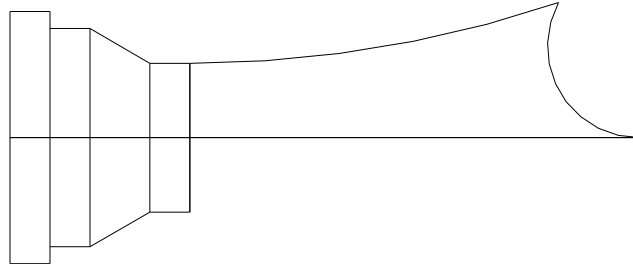
2. Realizar una línea vertical de 25.4 unidades, dos de 22 unidades y dos de 15 unidades. Seleccionar la línea de 25.4 unidades por la mitad y moverla al inicio de la línea de 63 unidades. Realizar la misma operación con las demás líneas para ubicarlas a 4, 8, 14 y 16 unidades respectivamente, sobre la línea de 66 unidades.



3. Seleccionar el comando línea y unir las líneas verticales existentes en la parte superior. Hacer lo mismo en la parte inferior.



4. Realizar un círculo de un radio de 114.8 unidades, tomarlo por la mitad inferior y llevarlo hasta la parte superior de la ultima línea vertical. Realizar un círculo de 9.2 unidades, tomarlo por la mitad inferior y llevarlo hasta el final de la línea de 63 unidades. Con el comando trim, cortar los sobrantes de los círculos después de la parte en donde se interceptan.



5. Con el comando fillet , en donde se interceptan los dos círculos realizados en el paso anterior, realizar un arco de 1 unidad y mediante el comando espejo, reflejar la figura realizada en los pasos 5 y 6 en la parte inferior.

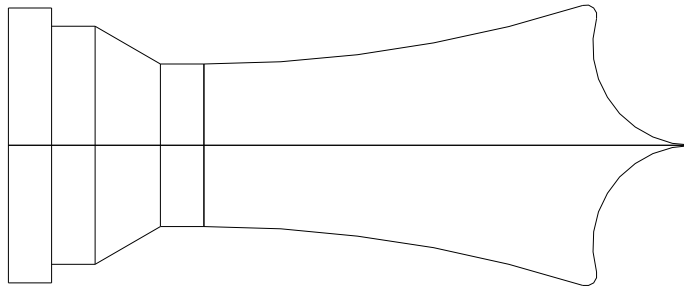
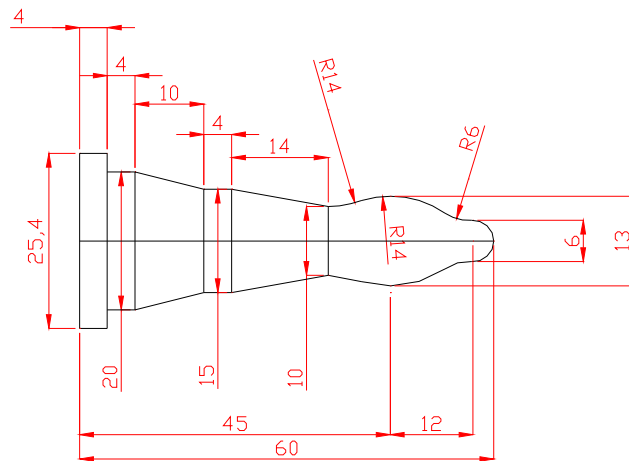


Figura terminada.

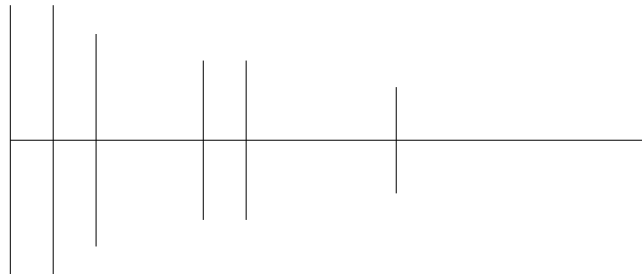
2.3 ALFIL



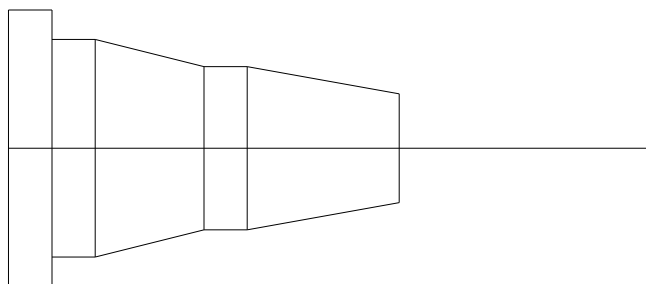
1. Realizar una línea horizontal de 60 unidades



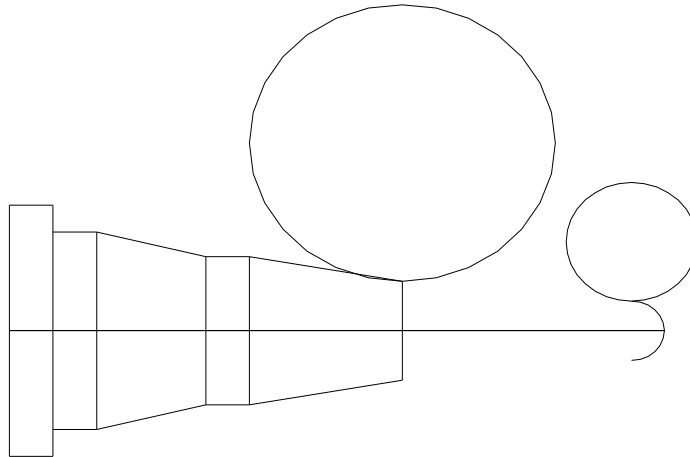
2. Realizar una línea vertical de 25.4 unidades, dos de 20 unidades, dos de 15 unidades y una de 10 unidades. Seleccionar la línea de 25.4 unidades por la mitad y moverla al inicio de la línea de 60 unidades. Realizar la misma operación con las demás líneas para ubicarlas a 4, 8, 18, 22 y 36 unidades respectivamente, sobre la línea de 60 unidades.



3. Unir las líneas verticales con una línea horizontal entre cada una, en la parte superior e inferior.



4. Realizar un círculo de radio 3 y cortarle la mitad, la mitad sobrante colocarla de su parte media izquierda, al final de la línea horizontal de 60 unidades. Realizar un círculo de radio 6 y hacer unir la mitad inferior con la mitad superior del medio círculo anterior. Realizar un círculo mas y hacer coincidir su mitad inferior con la parte superior de la última línea vertical.



5. Con el comando fillet, realizar un arco de radio 14 entre los dos círculos existentes. Con el comando trim, cortar las partes sobrantes de los círculos, por ultimo, mediante el comando espejo, reflejar la figura en la parte inferior.

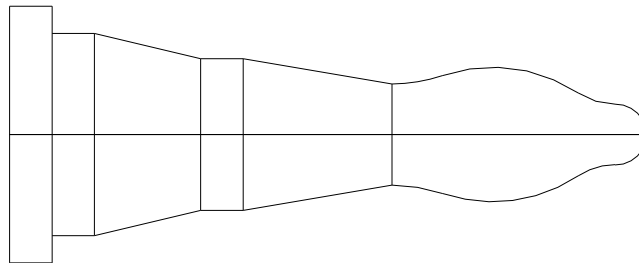
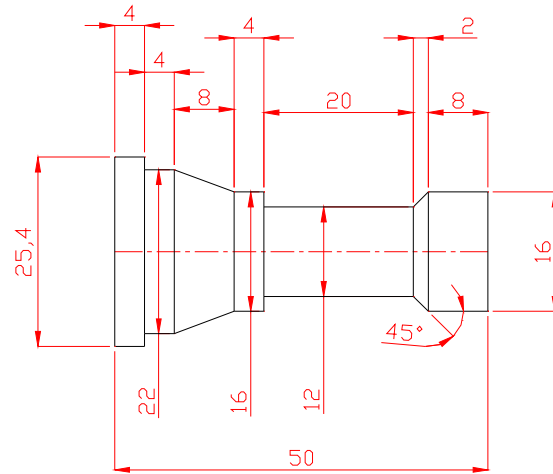
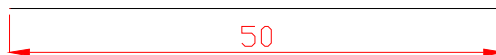


Figura terminada.

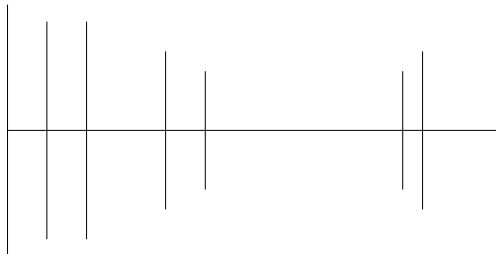
2.4 TORRE



1. Realizar una línea horizontal de 50 unidades.



2. Realizar una línea vertical de 25.4 unidades, dos de 22 unidades, dos de 16 unidades, una de 12 unidades y dos de 16 unidades. Seleccionar la línea de 25.4 unidades por la mitad y moverla al inicio de la línea de 50 unidades. Realizar la misma operación con las demás líneas para ubicarlas a 4, 8, 18, 16, 20, 40, 42 y 50 unidades respectivamente, sobre la línea de 50 unidades.



3. Con el comando línea, unir todas las líneas verticales mediante una línea horizontal entre cada una de ellas.

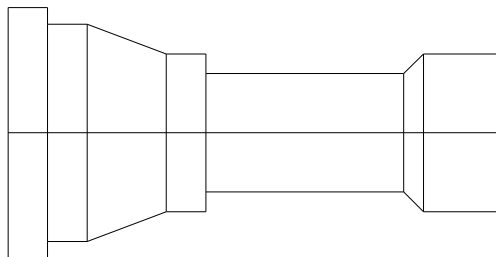
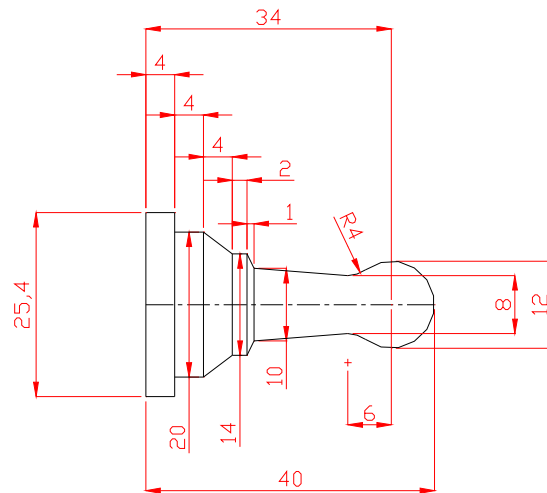


Figura terminada.

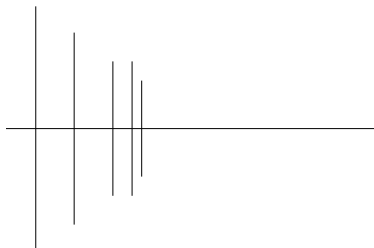
2.5 PEÓN



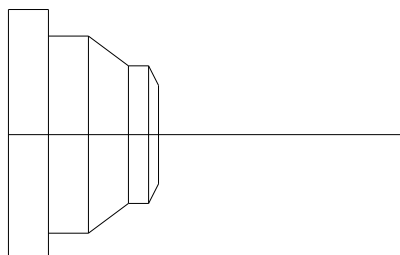
1. Realizar una línea horizontal de 40 unidades.



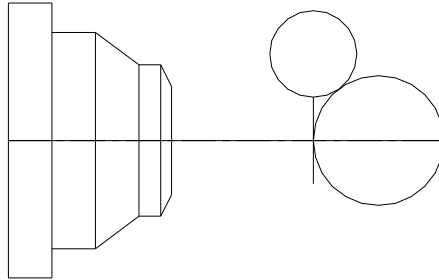
2. Realizar una línea vertical de 25.4 unidades, dos de 20 unidades, dos de 14 unidades y una de 10. Seleccionar la línea de 25.4 unidades por la mitad y moverla al inicio de la línea de 40 unidades. Realizar la misma operación con las demás líneas para ubicarlas a 4, 8, 12, 14 y 15 unidades respectivamente, sobre la línea de 50 unidades.



3. Con el comando línea, unir todas las líneas verticales mediante una línea horizontal entre cada una de ellas.



4. Realizar un círculo de radio 6 y colocarlo al final de la línea horizontal de 40 unidades por su parte media derecha. Realizar una línea vertical de 8 unidades y ubicarla a 28 unidades sobre la línea de 40. Realizar un círculo de radio 4 y hacer coincidir el punto medio inferior con la parte superior de la línea vertical de 8 unidades.



5. Mediante el comando trim, cortar la parte superior del círculo de radio 4 y eliminar la línea vertical de 8 unidades, la cual solo sirvió como referencia. Con el comando línea, realizar una línea que una la parte superior de la última línea vertical con lo que quedó del círculo de radio 4. Realizar un espejo de la figura recién terminada en la parte inferior.

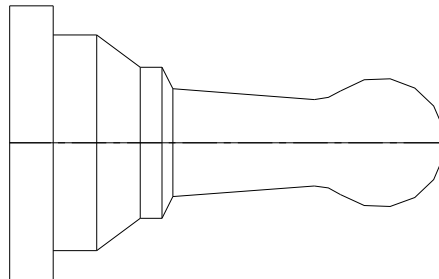
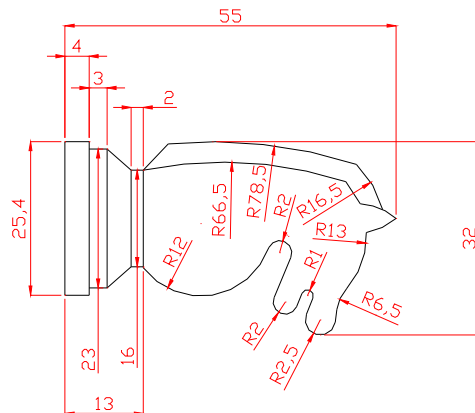


Figura terminada

2.6 CABALLO



1. Realizar una línea horizontal de 55 unidades



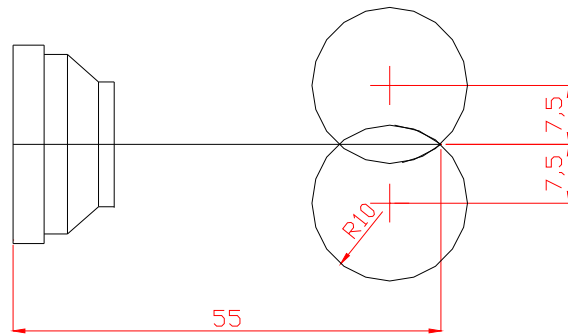
2. Realizar dos líneas verticales de 25.4 unidades, una de 23 unidades, dos de 16 unidades. Seleccionar la línea de 25.4 unidades por la mitad y moverla al inicio de la línea de 55 unidades. Realizar la misma operación con las demás líneas para ubicarlas a 4, 2, 4, 2 unidades respectivamente, sobre la línea de 55 unidades.



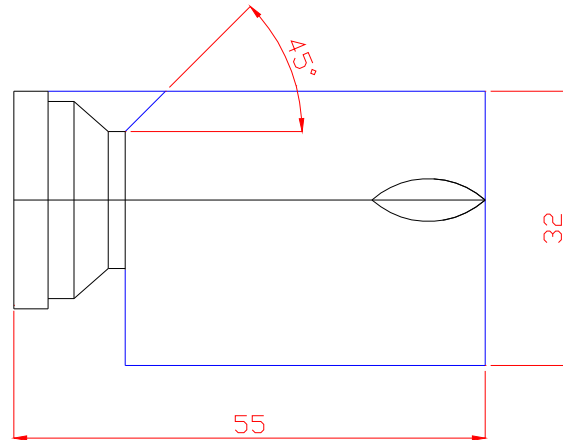
3. Con el comando línea, unir todas las líneas verticales mediante una línea horizontal entre cada una de ellas.



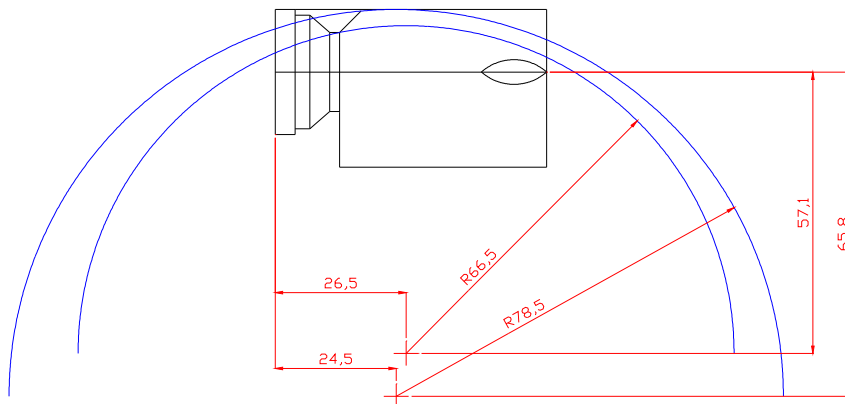
4. Traza dos círculos con un radio de 10 unidades en el extremo de la línea de 55 con una separación de 15 unidades entre centro y centro para formar las orejas del caballo



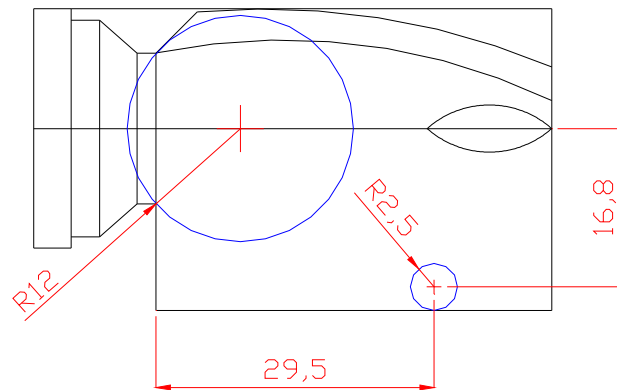
5. Con el comando trim recortar los dos círculos hasta la intersección entre ambos y trazar unas líneas auxiliares para delimitar el área del cuerpo del caballo como se muestra en la siguiente figura



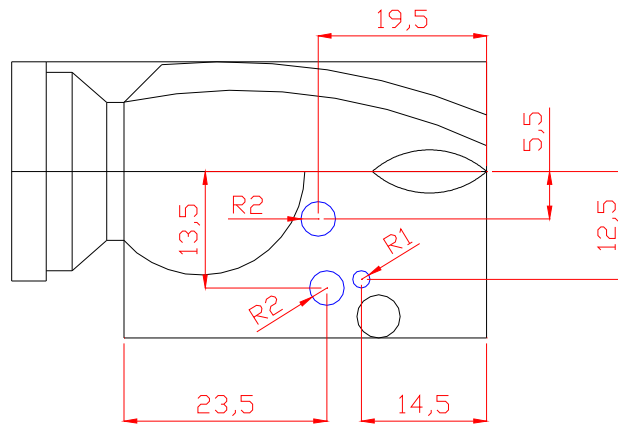
6. Traza un círculo de 78.5 de radio y uno de 66.5 de radio como se muestra a continuación



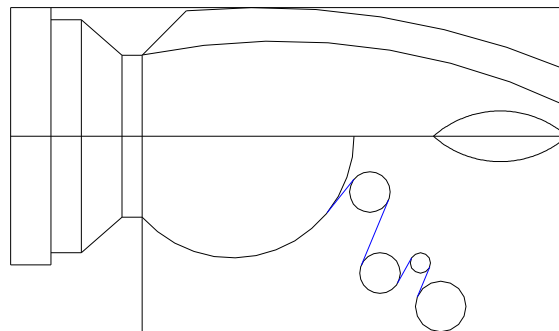
7. Nuevamente con el comando trim recorta los dos círculos anteriores hasta la intersección de la línea a 45° y la línea de 32 y trazamos dos círculos mas uno de 2.5 unidades de radio y otro de 12 unidades de radio.



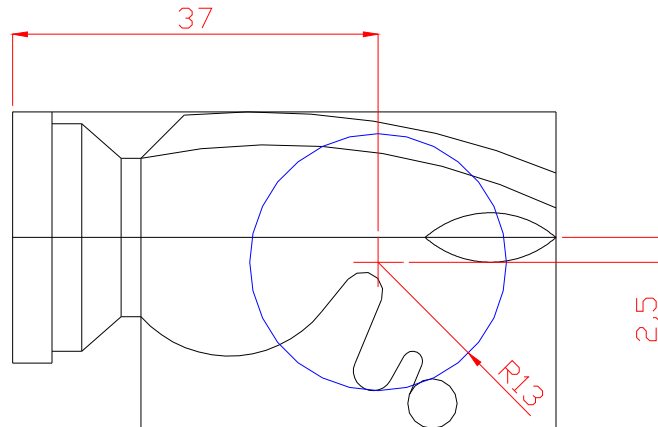
8. Recorta el círculo de 12 como se muestra a continuación y traza otros dos círculos de 2 unidades y un círculo de 1 unidad de radio



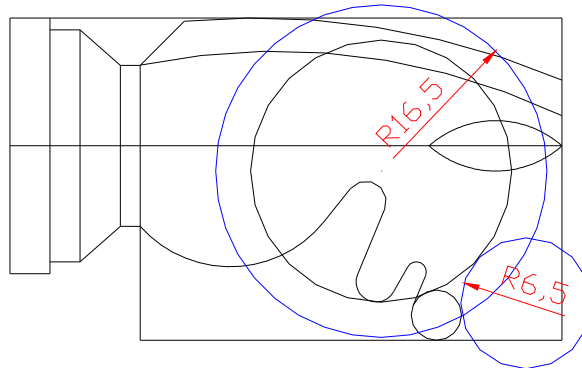
9. Une los círculos con líneas tangentes



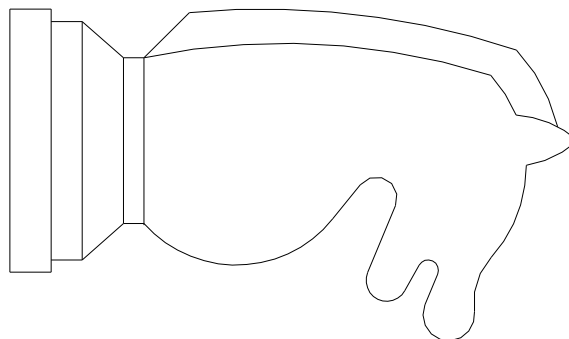
10. Recorta los círculos anteriores como se muestra a continuación y traza un círculo mas de 13 unidades de radio



11. Traza un círculo de 6.5 unidades de radio con la opción Ttr (tangente tangente radio) y realiza un offset de 3.5 unidades al círculo de 13 para que te quede un círculo de 16.5 unidades de radio



12. El ultimo paso seria recortar los círculos y borrar las líneas sobrantes para terminar de dar forma al caballo



2.0 INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un ambiente de grandes expectativas e incertidumbre. Mucho de esto se da por los rápidos cambios de la tecnología actual, pues estos no permiten asimilarla en forma adecuada de modo que es muy difícil sacar su mejor provecho. También surgen cambios rápidos en el orden económico y político los cuales en sociedades como la nuestra (países en desarrollo) inhiben el surgimiento de soluciones autóctonas o propias para nuestros problemas más fundamentales.

Entre todos estos cambios uno de los de mayor influencia lo será sin duda el desarrollo de las nuevas políticas mundiales de mercados abiertos y globalización. Todo esto habla de una libre competencia y surge la necesidad de adecuar nuestras industrias a fin de que puedan satisfacer el reto de los próximos años. Una opción o alternativa frente a esto es la reconversión de las industrias introduciendo el elemento de la automatización. Sin embargo se debe hacerse en la forma más adecuada de modo que se pueda absorber gradualmente la nueva tecnología en un tiempo adecuado; todo esto sin olvidar los factores de rendimiento de la inversión y capacidad de producción.

Uno de los elementos importantes dentro de este resurgir de la automatización son la Máquinas de Herramientas de Control Numérico Computarizado, las cuales brindan algunas ventajas adicionales.

Desde los orígenes del control numérico todos los esfuerzos se han encaminado a incrementar la productividad, precisión, rapidez y flexibilidad de las máquinas-herramienta. Su uso ha permitido la mecanización de piezas muy complejas.

También se obtendrán una reducción del tiempo de desarrollo y un incremento de la flexibilidad en la adaptación de los controles a las demandas especiales de las máquinas-herramienta y células de producción. Finalmente, se reducirán los costos de desarrollo, adaptación, puesta en marcha, formación, documentación y mantenimiento.

Las máquinas herramienta de control numérico configuran una tecnología de fabricación que de la mano de la microelectrónica, la automática y la informática industrial ha experimentado en los últimos años un desarrollo acelerado y una plena incorporación a los procesos productivos, desplazando progresivamente a las máquinas convencionales, su capacidad de trabajo automático y de integración de los distintos equipos entre sí y con los sistemas de control, planificación y gestión de formación, hacen del control numérico (CN) la base de apoyo a unas tecnologías de fabricación.

2.1 APLICACIONES DEL CONTROL NUMERICO

Indiscutiblemente la principal aplicación del control numérico se encuentra en las maquinas herramientas, como son en los tornos ya sea para trabajo en chuck o por alimentación automática de barras; de una o dos torretas porta herramientas o uno o dos chucks, para trabajos que requieren de una segunda operación simultáneamente.

Se pueden encontrar también fresadoras de control numérico pero su principal aplicación esta en los centros de maquinado que es una versión de fresadora capaz de hacer cambios de hasta 60 herramientas diferentes, que substituyen en sus funciones a los taladros, a las maquinas machueladoras y en algunas de sus funciones a un torno.

Otra aplicación la encontramos en las electroerosionadoras de control numérico con lo que se logran cortes y desbastes finísimos, sobre todo con el desarrollo de la electroerosionadora de alambre, en la cual un hilo finísimo de latón calibrado hace la función de una fina sierra pudiendo cortar figuras diminutas.

Los procesos de troquelado no fueron la excepción aplicándose también a estas maquinas el control numérico, logrando con ello troquelados progresivos y en diferentes puntos de una placa o lamina.

Actualmente existen pantógrafos controlados por control numérico para realizar cortes en placas de diversas formas con ayuda de maquinas de plasma o con oxicorte.

Lo podemos encontrar también en Maquinas soldadoras capaces de realizar uniones con gran precisión y excelentes acabados difícilmente conseguidos por un soldador calificado.

2.2 DIFERENCIAS ENTRE UN EQUIPO CONVENCIONAL Y UN EQUIPO DE CONTROL NUMERICO COMPUTARIZADO (CNC)

Llamaremos equipo convencional a aquel equipo o maquina herramienta que por su construcción requiere para mantenerse trabajando la presencia constante de un operario, el cual deberá contar con cierto grado de especialización en su manejo. El equipo de control numérico (CNC) en cambio no requiere la presencia constante del operario solamente cuando la maquina requiere de ser programada o un cambio de piezas; inclusive actualmente existen equipos de CNC robotizados capaces de realizar su cambio de piezas automáticamente.

La siguiente tabla muestra las principales diferencias que por construcción se aprecian entre un torno convencional y un torno de CNC.

CARACTERISTICA A COMPROBAR	TORNO CONVENCIONAL	TORNO CNC
Forma de dar movimiento a los carros	Manivelas y tornillos sin fin	Servomotores y husillos a bolas
Control de velocidades del husillo	Palancas y engranes intercambiables	Encoger y servomotor
Mecanismo del husillo	Flecha y valeros	Husillos a bolas
Forma de control de las dimensiones al maquinar	Graduaciones en las manivelas	Sistema de offsets de compensación
Forma de torneear roscas	Tornillos guía y engranes intercambiables o palancas de cambio	Programada y comandada por el control
Forma de cambio de herramientas	Manual accionando palancas de cambio	Automática comandada por el control
El tiempo de maquinado	Depende de la habilidad del operador	Precalculado y controlado por el control
La precisión de los maquinados	Depende de la habilidad del operador	Constante

Observe en la tabla que los elementos tradicionales para dar movimiento a un equipo convencional son los tornillos sin fin, el uso de manivelas o tambores graduados, elementos que en el equipo de CNC no existen ya que se requiere de elementos mas precisos que garanticen que en la transmisión de movimiento no habrá holguras que produzcan variaciones y perdidas de precisión.

En los equipos de CNC el tornillo sin fin ha sido substituido por un husillo a bolas cuya construcción lo hace un elemento prácticamente sin desgaste y sin holgura alguna entre sus elementos.

El otro elemento que distingue al equipo con control numérico es la presencia de servomotores que controlan los movimientos de los ejes o masas y controlan la velocidad del husillo, así como su movimiento; en el caso de ser requerido estos

servomotores pueden trabajar con corriente directa o con corriente alterna dependiendo del fabricante.

Cualquier función puede ser controlada por la unidad de control numérico; por medio de mandos electrónicos se puede controlar lo siguiente:

- Movimiento de los carros o el cabezal
- Las velocidades de avance y de corte
- Cambio de herramientas así como la de piezas
- Y algunas condiciones de funcionamiento de la máquina

Otras funciones que el control numérico se encarga de coordinar son:

- Controla el flujo de información
- Controla la sintaxis de programación
- Diagnósticos de su funcionamiento

De ahí que la gran variedad de equipos de control numérico solo varíen en la cantidad de funciones adicionales que este equipo pueda realizar, el tamaño del equipo, y la potencia que deba desarrollar influirá determinadamente en el tamaño y potencia de los servomotores y de las unidades de control de velocidad conservando el mismo principio de funcionamiento.

Así en la industria moderna existe una gran variedad de marcas de equipos manufacturados por diferentes países, teniendo como única diferencia el lenguaje de programación. Ya que a pesar de que el control numérico se ha difundido con gran velocidad aun no se ha generalizado el lenguaje universal de programación, siendo muy parecidos pero con ciertas variantes como pueden ser en los controles Fanuc, Anilam, General Electric, Mazatrol, Okuma, Hass, Mazak, Dynapath, Deckel, Bridgeport, Cincinnati, Fadal, Maho etc. en especial nos enfocaremos al primero de estos lenguajes ya que es el más comercial.

2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN CNC

Una de las características principales de estas tecnologías son el cambio automático de herramientas y el posicionamiento automático de la pieza de trabajo, con lo cual se reducen tiempos de preparación, proceso y entregas.

Brindan flexibilidad para producir cualquier tipo de pieza así como precisión por que pueden tener movimiento controlado en sus ejes en micras.

Para la producción de piezas en serie, nos encontramos con varios sistemas para permitir la repetibilidad de pasos y operaciones en las máquinas convencionales: en los tornos automáticos y semiautomáticos, esto se consigue mediante sistemas de levas, pero este sistema es poco flexible, ya que para piezas diferentes, requiere una nueva puesta a punto, con una considerable pérdida de tiempo, que de por sí es muy importante.

Tampoco es factible el sistema de fabricación que requiera de máscaras, moldes o modelos, por su elevado costo de fabricación y su poca probabilidad de transformarlos para piezas distintas.

Constituyen, de esta manera, una “memoria” rígida e inflexible.

En cambio, una máquina con CNC, automatiza los movimientos y acciones como ser: desplazamientos de los carros o mesas, giro de el o los cabezales, las distintas gamas de avances y de velocidades de corte, los cambios de herramientas y piezas, etc., simplemente cambiando la programación de la máquina.

De esta manera, podemos afirmar que ganamos en:

- Reducción en los tiempos de producción, por una importante disminución en los tiempos muertos.
- Mayor fiabilidad en la producción de las piezas, dado que existe menor posibilidad de piezas defectuosas.
- Reducción de los tiempos de control de la calidad.
- Reducción de los tiempos de control de proceso por medio de planos y hojas de ruta o de procesos.
- Ahorro de herramientas y dispositivos de corte, al optimizarse la utilización de las herramientas.

Evidentemente, esto redunda en un muy considerable ahorro económico que superará a mediano plazo el gasto inicial de compra de una máquina CNC.

DESVENTAJAS

La frecuencia de errores en la programación.

El deterioro de las cintas magnéticas o perforadas en que están grabadas las instrucciones.

La sensibilidad del lector de las instrucciones a las averías.

También es importante mencionar que la configuración física de las maquinas no facilita la realización de cambios, así como que, en muchos casos, los operarios especializados tienen que permanecer al lado de aquellas para controlar como funcionan e introducir los posibles ajustes si fuesen necesarios. Aunque, como muchas otras tecnologías, las CN han resuelto menos problemas de los que se esperaba, puede afirmarse, una mayor flexibilidad que las convencionales a las que han sustituido, si bien ésta es mucho menor que la permitida por las maquinas CNC.

La mayor limitación es el costo inicial relativo del equipamiento, la necesidad y costo de programación, y el especial mantenimiento que requiere entrenamiento del personal. Como las máquinas CNC son sistemas complejos, las fallas o roturas son muy costosas, es por eso que el mantenimiento preventivo es esencial. Sin embargo, esas limitaciones son superadas por las ventajas económicas en la producción.

2.4 TIPOS DE CONTROLES PARA CNC

Los controles programables los podemos clasificar en dos grandes grupos:

1. Controles con pantalla TRC
2. Controles con pantalla de display



Los controles con pantalla de TRC son aquellos que para su construcción utilizaron el tubo de rayos catódicos (cinescopio) para establecer la comunicación entre el usuario y el control.

Los controles con pantalla de display son aquellos que para su fabricación usan displays (elementos de semiconducción luminosos) para establecer una comunicación entre el usuario y el control.



Encontramos también los controles conversacionales los cuales llevan de la mano al programador para desarrollar cualquier programa para desarrollar cualquier programa por complejo que sea sin necesidad de conocer ningún lenguaje de programación.

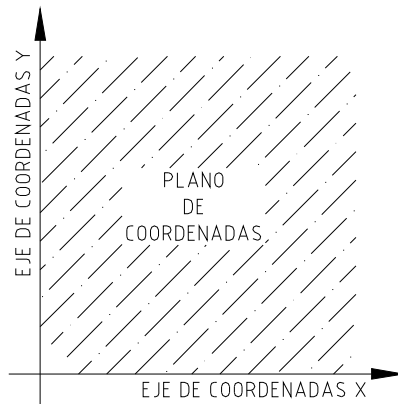
2.5 PRINCIPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO

Los equipos de control numérico funcionan bajo un mismo principio básico, la localización de puntos en un plano de coordenadas dependiendo de las funciones que debe desarrollar la maquina esta puede trabajar en dos, tres, cuatro y hasta cinco ejes de coordenadas.

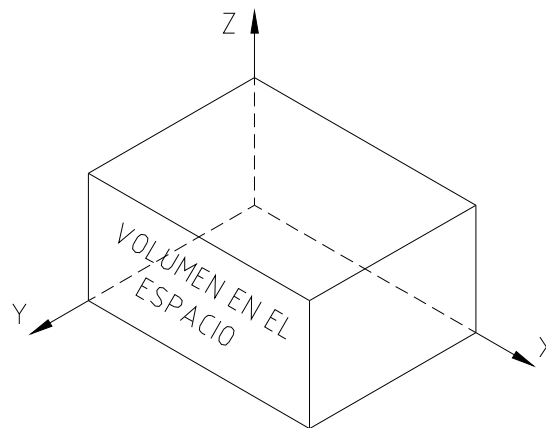
Llamamos plano de coordenadas a aquella área formada por la intersección de dos ejes de coordenadas. Los ejes de coordenadas son líneas sobre las que puede trazarse una escala de medición. En el cual al eje horizontal se le denomina eje de las X al eje vertical se le denomina eje de las Y al lugar donde se cortan los ejes se le denomina punto de origen y tiene un valor de cero a partir del punto de origen toman valores los ejes de la siguiente manera

El eje de las X a la derecha del origen positivo y a la izquierda negativo
El eje de las Y hacia arriba del origen positivos y hacia abajo negativos

La figura siguiente ilustra estos conceptos.

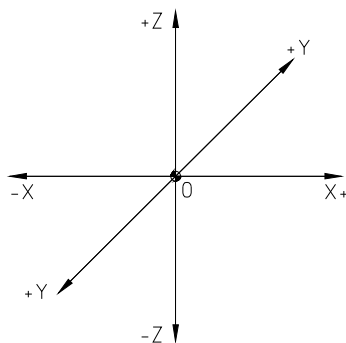


Cuando tres ejes de coordenadas se interceptan el área formada entre ellos ya no es un simple plano de espacio.



El punto en el cual se unen los tres ejes se llama origen o punto cero de coordenadas. La localización del centro de coordenadas es arbitrario y puede localizarse en cualquier sitio; el único requisito es que este punto se respete durante toda la programación y maquinado de la pieza.

La figura siguiente muestra el nombre con el cual se reconoce cada eje esto es:



El eje X es el eje horizontal
El eje Z es el eje vertical
El eje Y que es el eje perpendicular a los dos anteriores

Cabe aclarar que esta forma de acomodo de ejes no es única y que varía según el fabricante del equipo y tipo de maquina, por regla general este es el tipo de acomodo en maquinas que trabajan con

mas de tres ejes. Para maquinas de dos ejes se suele acomodar el eje X en forma vertical y el eje Z en forma horizontal.

2.5.1 CLASIFICACION DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS CON CNC

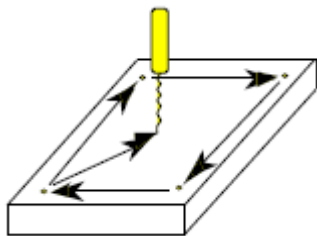
Los equipos de control numérico se clasifican por su tipo de movimiento de la siguiente manera:

- Control numérico punto a punto
- Control numérico paraxial
- Control numérico continuo

2.5.2 CONTROL NUMERICO PUNTO A PUNTO

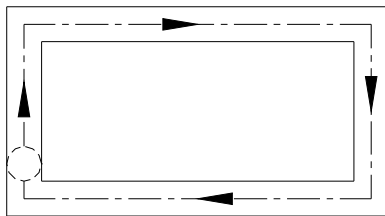
En este sistema la herramienta deberá efectuar una o varias operaciones de mecanizado en los puntos sucesivos donde su posicionamiento es controlado, teniendo en cuenta que el pasar de un punto a otro no tiene importancia ya que estas funciones de mecanizado y posición son distintas una de otra

En este caso para desplazarse entre los puntos la herramienta puede seguir varios tipos de trayectoria como aplicaciones principales tenemos:



Taladros
Mandrinadoras
Punzonadoras

2.5.3 CONTROL NUMÉRICO PARAXIAL



Con este sistema es posible controlar la posición del elemento desplazable según la trayectoria seguida por el mismo y la dirección de algunos ejes coordenados

Esta posibilidad se ofrece generalmente como una opción adaptable a un sistema lo podemos encontrar dentro de las maquinas herramienta:



Taladradora
Fresadora

En cualquier caso el fresado solo puede realizarse según trayectorias rectilíneas paralelas a alguno de los ejes de coordenadas

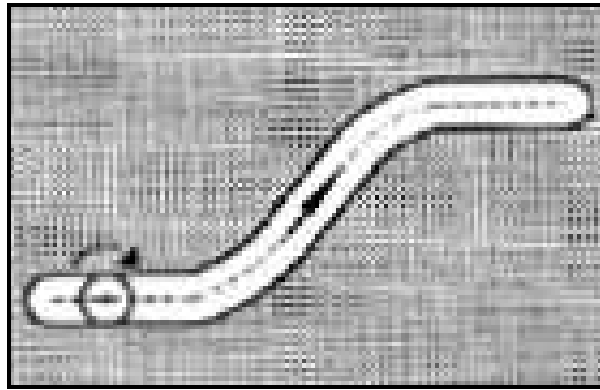
2.5.4 CONTROL NUMÉRICO CONTINUO

En el sistema de posicionamiento continuo los desplazamientos del elemento a desplazarse son controlados en cada momento, de manera que las posiciones sucesivas del mismo deben corresponder siempre a la trayectoria preestablecida.

Se consigue este resultado relacionando entre si los elementales movimientos según los distintos ejes coordenados de modo que estos movimientos elementales siguen cada uno una ley preescrita por una trayectoria común.

Evidentemente para que se pueda hablar de composición de movimientos resulta indispensable que el elemento a desplazarse tenga como mínimo dos grados de libertad.

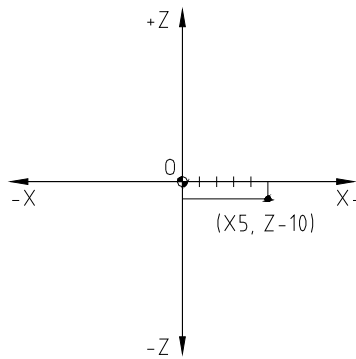
Las órdenes de desplazamiento son comunicadas al elemento a desplazarse bajo la forma de componentes de un vector que permite alcanzar un punto próximo.



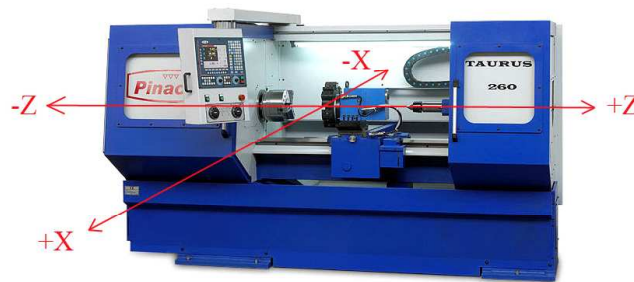
2.5.5 MAQUINADO EN DOS EJES

Para localizar un punto en un plano de coordenadas es necesario tener siempre presente la coordenada y signo de cada eje.

Por ejemplo en el plano de coordenadas formado por los ejes "X" y "Z" localizamos el punto (X5, Z-10) esto significa que es necesario desplazarse sobre el eje X cinco unidades hacia el lado positivo y sobre el eje Z diez unidades hacia el lado negativo.



Las maquinas que trabajan con dos ejes son generalmente los tornos; haciendo una sobreposicion de los ejes coordenados en una de estas maquinas los ejes estarían como lo muestra la siguiente figura.



- Observe que el eje X representa el diámetro de la pieza.
- Mientras que el eje Z representa la longitud de la pieza

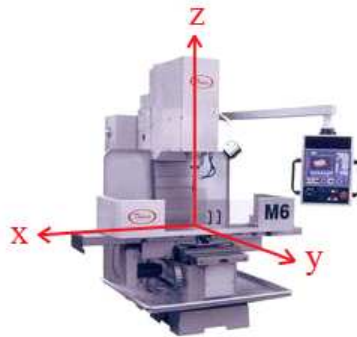
Prácticamente el eje Z es el eje de giro de la pieza pues se localiza en el centro exacto de esta. Así cualquier pieza de revolución puede ser maquinada en dos planos y por lo tanto puede ser representada en un plano de ejes coordenados.

Todos los puntos obtenidos significaran un camino a seguir por la herramienta a la cual previamente se le ha indicado la localización exacta de cada punto, de aquí se deriva el nombre de control numérico pues es el control de una herramienta a partir de puntos localizados numéricamente.

2.5.6 MAQUINADO EN TRES EJES

El maquinado en tres planos se presenta en maquinas como fresadoras y taladros; En este tipo de maquinas podemos sobreponer los tres ejes de coordenadas básicos que son X, Y, Z en los cuales la pieza por maquinar se coloca en una mesa que posee movimiento longitudinal localizado en el eje X, transversal localizado en el eje Y la herramienta es coloca en el husillo de la maquina el cual puede desplazarse

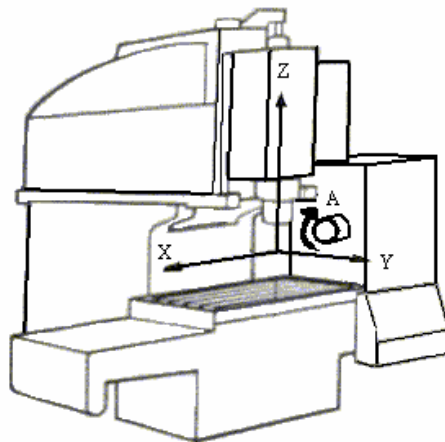
verticalmente en el eje Z sin embargo en algunos equipos el husillo de la maquina es fijo pero el movimiento vertical se le proporciona a la mesa.



Prácticamente el movimiento longitudinal y transversal de la mesa son movimientos para localizar la pieza en posición respecto a la herramienta, y el movimiento vertical representa la profundidad de corte de la herramienta; ya sea cortador, broca, o machuelo

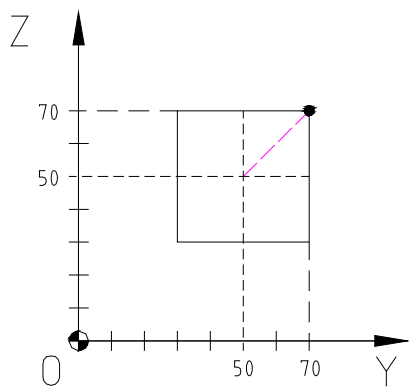
2.5.7 MAQUINADO EN CUATRO EJES

El cuarto eje o eje “A” de coordenadas es un eje giratorio cuyo centro de giro puede colocarse perpendicular a los planos “X-Y”, “X-Z”, ó “Y-Z” dependiendo del fabricante y el uso al cual se destine la maquina.

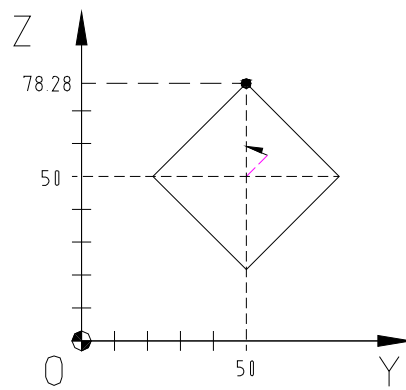


Observe que el centro de giro del eje “A” se ha dispuesto perpendicular al plano Y-Z por lo que provocara que en su giro los puntos localizados sobre el se interpolen con este plano.

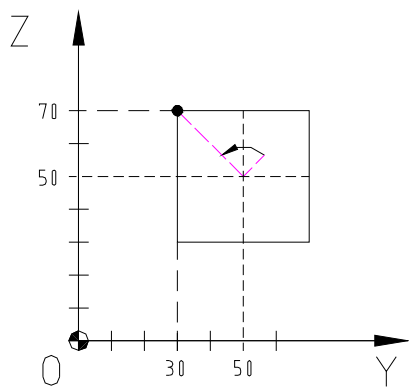
Analicemos la figura en la cual se muestran varias posiciones que puede adquirir el eje “A” en el plano “Y-Z” para una figura cuadrada colocada sobre el. Observe que un punto colocado sobre la mencionada pieza adquiere coordenadas de localización diferentes en los ejes “Y” y “Z” dependiendo de la posición o Angulo de giro que tenga el eje “A” cuyo centro de giro se mantiene fijo.



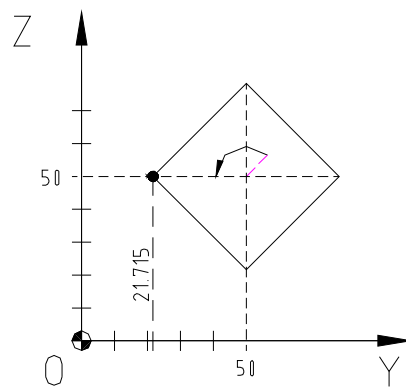
POSICION DEL EJE "A" en 0°



POSICION DEL EJE "A" en 45°



POSICION DEL EJE "A" en 90°



POSICION DEL EJE "A" en 135°

Así cada fracción de grado girado por el eje “A” provocara que el punto adquiriera valores diferentes en “Y” y “Z” conociéndose este hecho como interpolación de puntos en una trayectoria circular.

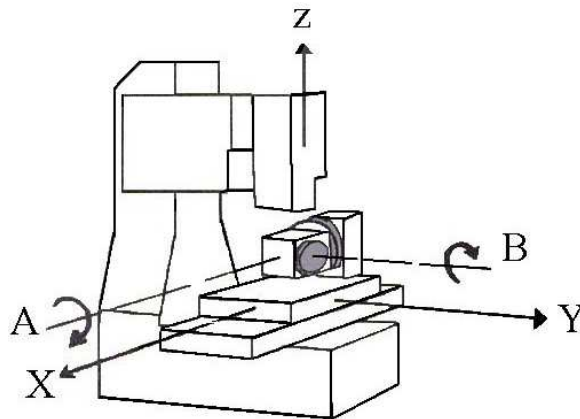
El valor que adquieran las coordenadas “Z” y “Y” de un punto en una pieza sobre el eje giratorio “A” depende de factores como:

- La forma de la pieza
- La posición del centro de la pieza respecto al centro de giro del eje “A”
- El ángulo de giro

Estos factores deben considerarse de suma importancia tomando en cuenta que generalmente no es posible colocar el centro geométrico de la pieza en el centro de giro del eje “A” esto es debido a que la mesa giratoria que representa el eje “A” si es de un diámetro muy grande en relación a la pieza puede chocar con el cabezal de la maquina, con el husillo ó con la misma herramienta.

2.5.8 MAQUINADO EN CINCO EJES

El quinto eje o eje “B” es un segundo eje giratorio, cuyo centro de giro es perpendicular al centro de giro del cuarto eje o eje “A” por lo que dependiendo de la posición que tome el eje “A” el centro de giro del eje “B” puede ser perpendicular a los planos “X-Y” y “X-Z” si el centro de giro del eje “A” es perpendicular al plano “Z-Y”



Si el centro de giro del eje “A” es perpendicular al plano “X-Z” el centro de giro del eje “B” puede ser perpendicular a los planos “X-Y” y “Y-Z”

Para la representación en coordenadas de una pieza que se maquina en cinco ejes el proceso es exactamente el mismo que si se maquina en cuatro ejes, considerando claro el espesor que representa la mesa del quinto eje y adicionando al final de las representaciones los planos coordenados necesarios para cada posición que deberá adquirir el eje “B” respecto del eje “A” a fin de determinar las distancias relativas en el eje “Z” de los planos a maquinar que se encuentren incluidos en el quinto eje .

2.6 FUNDAMENTOS DE TORNO

2.6.1 SISTEMAS DE SUJECCIÓN PARA TORNO.

Existen diferentes mecanismos para amarrar la pieza en los tornos de control numérico:
Platos universales de dos, tres o cuatro garras autocentrables.

Platos frontales para la colocación de sargentos para agarre de formas irregulares.

Mandriles autocentrables.

Pinzas para la sujeción de piezas cilíndricas pequeñas.

Puntos y contrapuntos con arrastre para piezas esbeltas.

Lunetas para apoyo intermedio.

El número de funciones controlables que están relacionadas con estos sistemas depende de la forma de alimentación de piezas (manual o automática) y de la complejidad del sistema de amarre.

En los tornos el plato de garras se puede abrir y cerrar mediante instrucciones programadas de CN.

También se puede establecer por programa la presión de cierre de las garras. La elección de la fuerza de apriete depende generalmente de la velocidad de giro del cabezal; velocidades elevadas demandan las presiones mayores al aumentar la acción de la fuerza centrífuga. Como es habitual que las MHCN trabajen a velocidades de giro (corte) elevadas y esto podría suponer presiones que dañasen la pieza, estas incorporan mecanismos de compensación de las fuerzas centrífugas. El diseño de las mismas se basa de mantener una presión estable del accionamiento de cierre hidráulico a velocidades de giro elevadas.

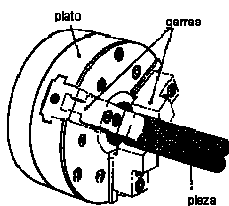


Fig.: Amarre de una pieza en un plato de garras

El sistema de amarre debe permitir una fácil carga / descarga de la pieza de trabajo y garantizar la repetibilidad en la colocación estable y precisa de la misma en el seno de la máquinas de control numérico.

Los sistemas de sujeción específicos mediante componentes normalizados y modulares se utilizan frecuentemente. Estos dispositivos deben permitir el mecanizado completo sin operaciones de montaje / desmontaje.

El mecanizado de piezas esbeltas con torno puede demandar el uso de un elemento de apoyo en el extremo libre de la pieza conocido como contrapunto. Este elemento incorpora dos funciones adicionales en la programación CN:

Posicionar contrapunto

Aproximar o retirar contrapunto

En unión al contrapunto, la estabilización de la pieza de trabajo puede requerir la presencia de la luneta de apoyo lateral. Este mecanismo incorpora las siguientes funciones:

Abrir luneta.

Cerrar luneta.

Posicionado transversal.

Aproximación / retirada.

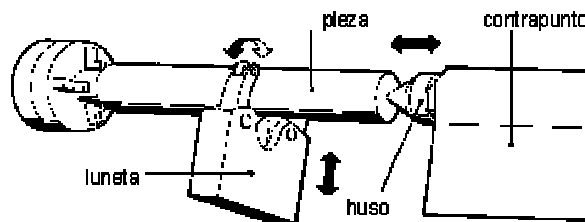


Fig.: Elementos de apoyo auxiliar en torneado

Cambiadores de herramienta

Mecanizar productos en MHCN requiere diferentes operaciones sucesivas sin soltar la pieza de su sistema de amarre (fase) lo que supone incorporar un dispositivo que permita cambiar de forma automática las herramientas durante el proceso. Es poco habitual llevar a cabo un trabajo de mecanizado sin cambiar de herramienta.

Los tornos CN y centros de mecanizado de gran producción utilizan cambiadores automáticos de herramientas que pueden albergar un número variable de útiles dependiendo de su diseño.

Los cambiadores de herramientas reciben los nombres de:

Torreta de herramientas (tornos)

El cambio de herramienta se controla por programación CN caracterizándose por un giro de la torreta hasta que coloca en la posición de trabajo aquella que se le solicita

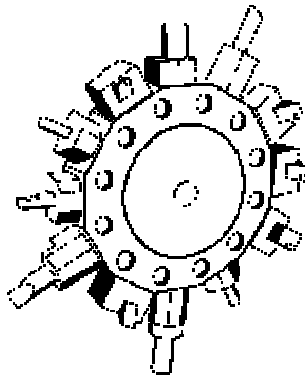
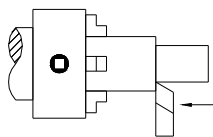


Fig.: Torreta de herramientas de un torno

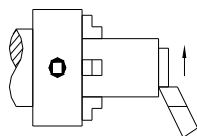
2.6.2 OPERACIONES COMUNES EN EL TORNO

Las operaciones más comunes en el torno son las siguientes:



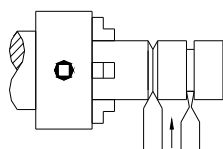
CILINDRADO

Es la operación mas elemental que en un torno se puede realizar y se obtiene de la combinación del movimiento de rotación de la pieza y el movimiento longitudinal de la herramienta



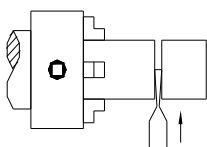
REFRENTADO

Es una operación en la cual se maquina una cara perpendicular al eje de una pieza utilizando el movimiento de rotación de la pieza y el movimiento transversal de la herramienta



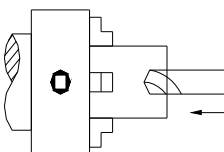
Ranurado

Es la operación en la cual se generan aberturas de diversas formas sin llegar a dividir la pieza por medio del movimiento de rotación de la pieza y el movimiento transversal de la herramienta



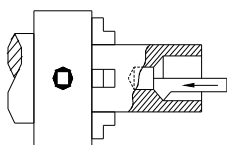
TRONZADO

Es aquella operación en la cual utilizando el movimiento de rotación de la pieza y el movimiento transversal de la herramienta se divide una pieza en dos partes



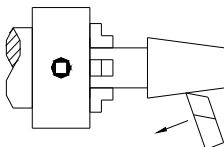
BARRENADO

Su aplicación principalmente es producir agujeros en cualquier material por medio de una herramienta de corte llamada broca aprovechando el movimiento de rotación de la pieza y el movimiento longitudinal de la herramienta



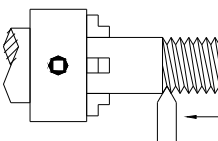
Mandrinado

El Mandrinado o torneado interior es la operación en la cual se agranda un agujero previamente generado por una broca utilizando el movimiento de rotación de la pieza y el movimiento longitudinal de la herramienta.



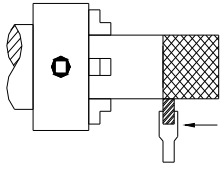
CONIZADO

Consiste en realizar un maquinado inclinado teniendo como consecuencia una diferencia de diámetros



ROSCADO

En esta operación se generan protuberancias llamadas filetes las cuales se desarrollan alrededor de una superficie que puede ser cilíndrica o cónica utilizando el movimiento de rotación de la pieza y el movimiento longitudinal de la herramienta.



MOLETEADO

Esta operación tiene como finalidad el estampado exterior de figuras diversas en una pieza para que estas puedan ser tomadas o sujetadas con la mano sin peligro de resbalamiento se realiza aprovechando el movimiento de rotación de la pieza y el movimiento longitudinal de una herramienta llamada moleteador.

2.6.3 VELOCIDADES DE CORTE

La velocidad lineal generada entre la herramienta de corte y la pieza de trabajo debida a la rotación de alguno de las partes cuando se realiza el proceso de maquinado, se conoce en manufactura como velocidad de corte. Debido que nos referimos a una velocidad relativa, esta se presenta en la superficie donde herramienta y pieza interaccionan.

Para seleccionar una velocidad de corte adecuada es necesario considerar los siguientes aspectos:

1. Material de la pieza: la dureza del material nos sirve como guía de la facilidad del maquinado
2. la velocidad de giro de la pieza
3. Material de la herramienta: la dureza del material del cual esta fabricada la herramienta
4. La forma de la herramienta:
5. Vida del cortador: los cortes fuertes que acumulan calor rápidamente los tomaremos con mas lentitud que los cortes ligeros
6. El avance del cortador
7. La profundidad de corte
8. Tipo de operación (desbaste / acabado / roscado): los mejores acabados son obtenidos con avances pequeños y altas velocidades de corte. En el trabajo de roscado la velocidad de corte será aproximadamente a un 50% menos que para el desbaste.
9. Uso de refrigerante
10. La potencia y estado de la maquina

La velocidad de corte esta expresada por la siguiente ecuación

$$VC = \frac{\pi * D * N}{1000} = \text{SISTEMA METRICO}$$

$$VC = \frac{\pi * D * N}{12} = \text{SISTEMA INGLES}$$

Donde:

VC = Velocidad de corte (mm/min, pulg /min, mm/rev, pulg/rev)

π = Constante 3.1416

D = Diámetro del cortador (mm ó pulgadas)

N = Numero de revoluciones por minuto (rev/min)

La ecuación anterior se fundamenta en el supuesto de una relación directa entre el calor generado y la velocidad de corte esto implica que incrementando ligeramente el avance o la profundidad de corte o ambos simultáneamente se aumenta la remoción de metal sin variar apreciablemente la temperatura de la herramienta.

Para fines prácticos se han elaborado tablas de valores recomendados para velocidades de corte obtenida tomando en consideración las recomendaciones de algunos fabricantes de herramientas de corte.

MATERIAL A MAQUINAR	ACERO RAPIDO (m/min)		CARBURO (m/min)	
	DESBASTE	ACABADO	DESBASTE	ACABADO
ACRILICO	20	30		
BRONCE	27	30	150	300
LATON	50	70	200	350
ALUMINIO	70	100	250	500
ACERO BAJO CARBONO	30	40	120	150
HIERRO FUNDIDO	25	40	50	75

Ejemplo:

Calcular el valor de S para operaciones de desbaste en una placa de aluminio con un Escareador de diámetro de 3 mm.

V.C. para aluminio y desbaste según tabla = 70

$$VC = \frac{\pi * D * N}{1000} \text{ despejando } N$$

$$N = \frac{1000 \times VC}{\pi D} = \frac{(1000)(70)}{(3.1416)(3)} = 7428 \text{ rev/min}$$

2.6.4 AVANCE PARA CENTROS DE TORNEADO

El avance se define como el desplazamiento longitudinal, transversal que sufre la herramienta por cada revolución que da la pieza de trabajo

El avance lo expresamos en unidades de desplazamiento / revolución (mm/rev) ó en unidades de desplazamiento / unidad de tiempo (pulg/min)

Debemos tomar en cuenta algunos factores para determinar las velocidades de avance dependiendo principalmente de:

- La profundidad de corte
- El tipo de material de la pieza
- El tipo de material de la herramienta
- El filo de la herramienta
- La sujeción de la herramienta
- La rigidez del sujetador

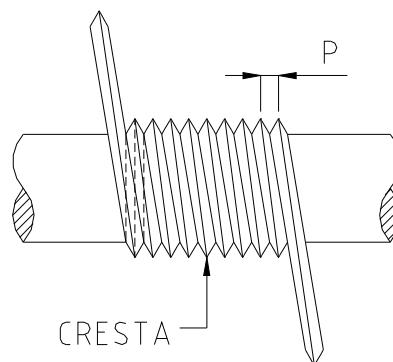
A continuación se presenta una tabla de avances recomendados para el torneado la cual se ha obtenido experimentalmente dependiendo del material a maquinar y el tipo de operación

MATERIAL A MAQUINAR	TORNEADO EXTERIOR		TORNEADO INTERIOR		PERFILAR
	DESBASTE	ACABADO	DESBASTE	ACABADO	
ACERO DULCE	0.1 - 0.4	0.05 - 0.2	0.05 - 0.3	0.05 - 0.2	0.02 - 0.05
ACERO DURO	0.1 - 0.4	0.05 - 0.25	0.05 - 0.3	0.05 - 0.2	0.02 - 0.05
ACERO EXTRADURO	0.1 - 0.4	0.05 - 0.2	0.05 - 0.3	0.05 - 0.2	0.02 - 0.05
ACERO TRATADO	0.1 - 0.4	0.05 - 0.2	0.05 - 0.3	0.05 - 0.2	0.02 - 0.05
FUNDICION DULCE	0.1 - 0.8	0.05 - 0.2	0.05 - 0.6	0.05 - 0.2	0.02 - 0.05
FUNDICION DURA	0.1 - 0.6	0.05 - 0.25	0.05 - 0.5	0.05 - 0.2	0.02 - 0.05
COBRE - BRONCE	0.1 - 0.6	0.05 - 0.25	0.05 - 0.5	0.05 - 0.25	0.02 - 0.05
LATON	0.1 - 0.8	0.05 - 0.25	0.05 - 0.6	0.05 - 0.2	0.02 - 0.1
ALUMINIO	0.1 - 0.8	0.05 - 0.25	0.05 - 0.4	0.05 - 0.2	0.05 - 0.2

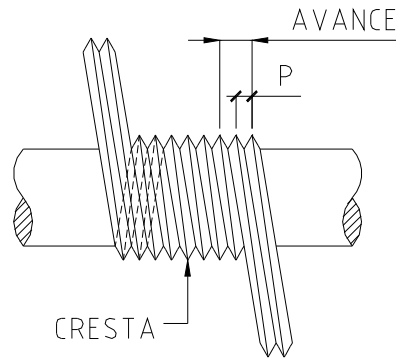
2.6.5 TEORÍA BÁSICA DE ROSCAS

Si observamos detenidamente la construcción de un tornillo veremos que es un cilindro cortado con una apariencia de que una banda de acero esta enrollada en el en forma de espiral.

Un tornillo de una entrada justamente es una banda figurada en derredor del cilindro como se observa en la siguiente figura



Si dos bandas una a lado de otra se colocan alrededor del cilindro el tornillo es de doble hilo o entrada

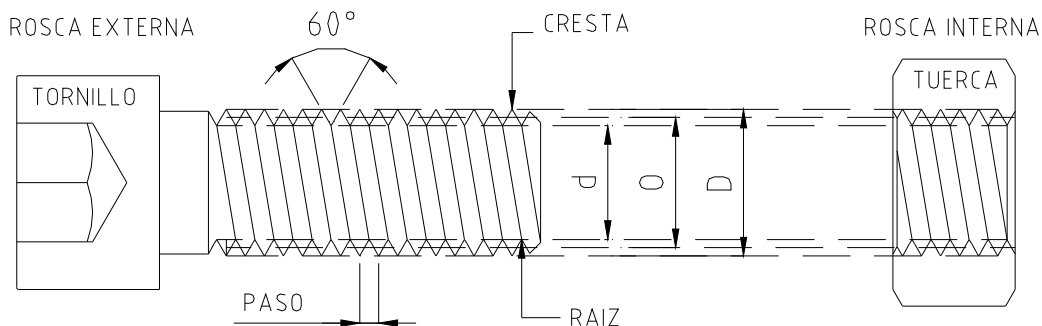


Existen dos valores importantes en los tornillos el paso y el avance. El paso en los hilos de un tornillo es la distancia que se mide de centro a centro de dos hilos consecutivos en el plano axial o sea de cresta a cresta de un hilo al siguiente.

Para tornillos de un solo hilo o entrada el paso y el avance son iguales para hilos múltiples o sea varias entradas el paso y el avance son distintos en este caso el avance será el producto de multiplicar el numero de entradas por el paso una vez establecido lo que es paso y avance de la rosca de un tornillo conoceremos lo relativo a las diferentes variantes que tiene el roscado triangular.

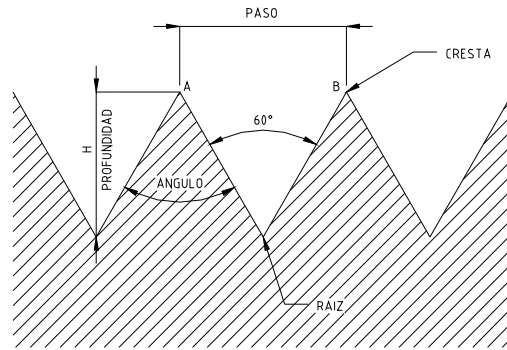
2.6.5.1 ROSCA V SHARP

Fue uno de los primeros tipos de roscas que se utilizaron en forma industrial y se desecho debido a que las crestas agudas se rompían con cierta frecuencia.



D = Diámetro Exterior
O = Diámetro Primitivo
d = Diámetro de Fondo

En los hilos V sharp la línea A y B forma al cerrar un triangulo equilátero AB es el paso del tornillo y la profundidad la altura entonces si el paso es un lado la altura es 0.866 del lado si H representa la profundidad, P el Paso, y N el Número de hilos por pulgada tenemos que:



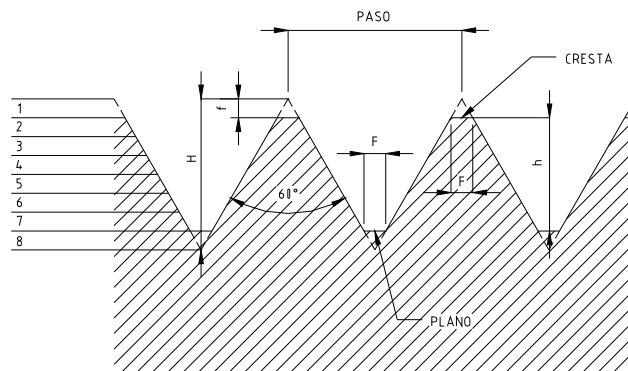
$$H = 0.866P$$

$$p = \frac{1}{N}$$

2.6.5.2 ROSCA NACIONAL AMERICANA

Debido a los problemas en la cresta que presentaba la rosca V sharp se ideó en forma casi simultánea la rosca nacional americana conocida también como rosca estándar debido a que la rosca nacional americana descende de la rosca V sharp partimos de esta para determinar las dimensiones de la nacional americana

Si la profundidad de la rosca V sharp la dividimos en 8 partes iguales y la parte plana en el remate y en el fondo equivalen cada una a una octava parte y la profundidad de la rosca V la llamamos profundidad teórica queda establecida la forma de la rosca nacional americana entonces la profundidad es de $\frac{3}{4}$ de la rosca V sharp si representamos con h la profundidad, P el paso, F las partes planas y N el número de hilos por pulgada la fórmula aparecerá así



$$P = PASO = \frac{1}{N}$$

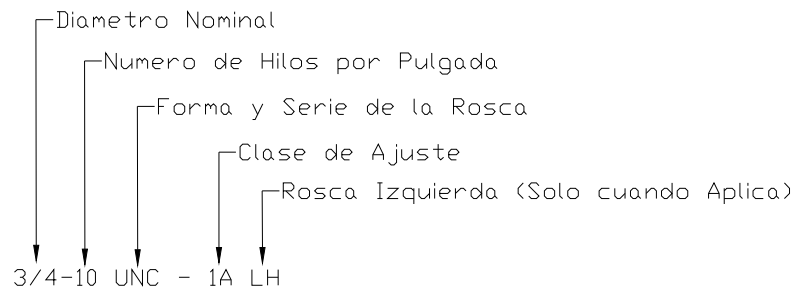
$$H = \text{PROFUNDIDAD TEORICA} = 0.866P$$

$$h = \text{PROFUNDIDAD REAL} = \left(\frac{3}{4}\right)(0.866)P$$

$$F = \text{PARTES PLANAS} = \frac{1}{8}P$$

$$f = 0.108P$$

La información que se da para las roscas bien sean externas o internas se expresa en el siguiente orden:

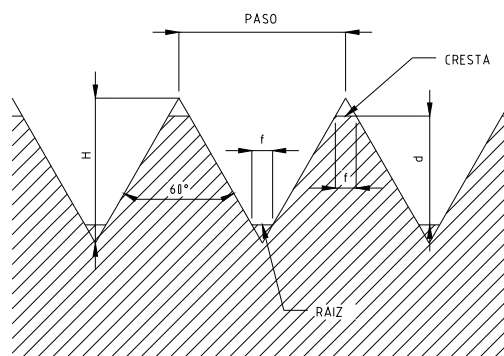


Para las roscas exteriores la longitud de la rosca se indica en el dibujo en forma de cota. La longitud dada debe ser la longitud mínima de rosca completa.

Para agujeros pasantes roscados a veces se añade la abreviatura “PAS” a la nota de especificación. para agujeros roscados ciegos la profundidad se especifica en la nota y esta debe ser la mínima profundidad de la rosca completa.

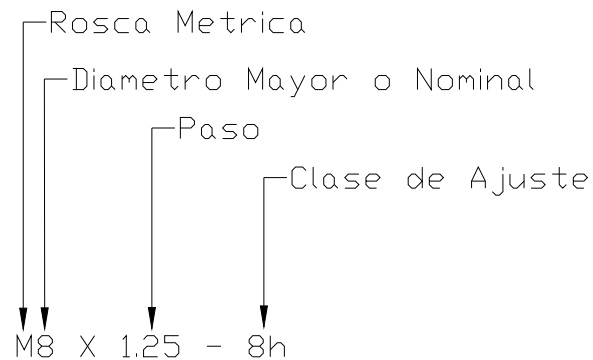
2.6.5.3 ROSCA MÉTRICA INTERNACIONAL

La forma de esta rosca es similar a la nacional americana excepto que la profundidad es mayor consecuencia de que entre el fondo y el remate existe un claro igual a 0.054 por el paso. De la altura del triangulo fundamental. El Angulo en el plano axial es de 60° y la parte plana en el remate es igual a $0.125P$



P = Paso en milímetros
 $d = 0.7035P$ máx. y $0.6855P$ min.
 $f = 0.125P$
 $H = 0.866P$

En los dibujos las roscas se designan como sigue:



2.7 FUNDAMENTOS DE FRESA

2.7.1 SUJECIÓN DE LA FRESA

La condición previa más importante para realizar un fresado correcto es que la fresa esté bien sujeta. Para fijar y sujetar la fresa se necesitan herramientas especiales tales como husillos porta-fresa pasantes con anillos, husillos enchufables, los así llamados mandriles en voladizo y mandriles de sujeción.

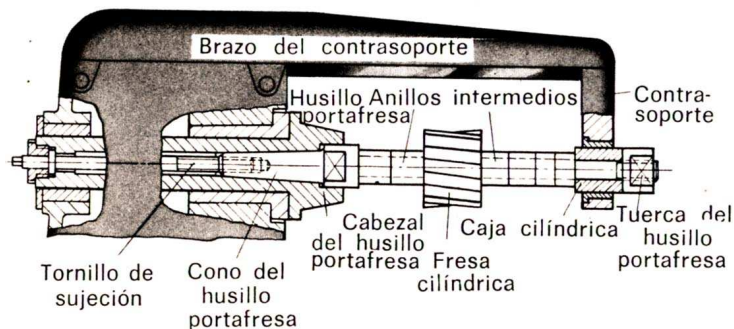


Figura: Husillo porta-fresa con su fresa dispuestos en la máquina-

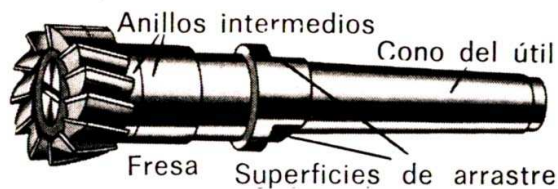


Figura : Husillo enchufable o de voladizo.

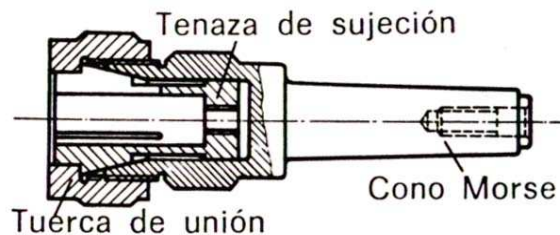


Figura : Mandril de sujeción.

Hay que usar husillos o mandriles porta-fresa tan cortos como sea posible.

Estas herramientas de sujeción tienen como Morse normalizados o conos ISO. Los conos ajustan en los conos de alojamiento que llevan los husillos porta-fresa. Un perno de apriete lleva la herramienta de sujeción al cono interior de la máquina sujetándola e impidiendo un aflojamiento no previsto. La posición deseada de la fresa respecto a la pieza se obtiene anillos intermedios.

La fresa es arrastrada mediante chavetas de guía y más raramente, en el caso de fresas de gran rendimiento fuertemente solicitadas, mediante chavetas transversales. El husillo, o árbol, porta-fresa se apoya en un contrasoprote para absorber la fuerza de corte y para evitar la flexión: en algunos casos se utiliza también un apoyo o soporte intermedio.

Los soportes deben estar tan próximos a la fresa como sea posible. Las superficies de los anillos intermedios y las de los útiles tienen que ser exactamente paralelas y normales al taladro, pues de lo contrario se deformaría el husillo al proceder al fresado. El sentido de giro de la máquina y el de corte de la fresa tienen que coincidir.

Allí donde las herramientas han de ser recambiadas muy frecuentemente se utilizan mandriles porta-fresa de cambio rápido en vez de los aparatos normales de sujeción. Constan de un cuerpo fundamental que permanece en la máquina y de las distintas piezas portaútil, que pueden ser cambiadas rápidamente.

La exactitud y la calidad del trabajo de fresado, así como la vida de la fresa, dependen en grado sumo del impecable estado de los útiles de sujeción y de la cuidadosa sujeción de la fresa. Tanto los mandriles porta-fresa como las boquillas o tenazas de sujeción deben sujetar la fresa de modo seguro.

En fresado se emplean las siguientes formas de sujeción:

Sargentos y apoyos con formas escalonadas, ajustables en altura o bloques con varias facetas de contacto, con pernos y resortes de apriete de montaje-desmontaje rápido.

Placas angulares de apoyo.

Palancas de apriete. Mordazas mecánicas autocentrables

Platos o mesas magnéticas.

Mesas y dispositivos modulares de uso universal.

Apoyos de diseño específico o especial.

2.7.2 HERRAMIENTAS PARA FRESAR

Las fresas van provistas en su periferia, o también en su cara frontal, de dientes o de cuchillas. Son útiles de varios filos y tienen respecto a los útiles de un solo filo, para cepillar y para torneear, la ventaja de que no se calientan tanto y de que tampoco se embotan tan rápidamente. Cada filo está cortando nada más que una fracción del tiempo que dura su revolución y durante el resto del tiempo se vuelve a enfriar.

TIPOS DE FRESAS

Según la forma de sus dientes se distingue entre fresas de dientes puntiagudos (fresas fresadas, por ejemplo: fresas cilíndricas. Figura 5) y fresas destalonadas (Figura 6, fresas de forma).

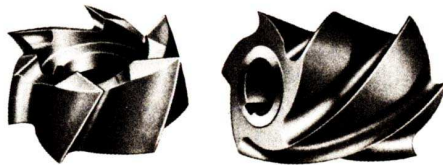


Figura 5: Fresas con grandes ángulos de ataque para trabajar aluminio

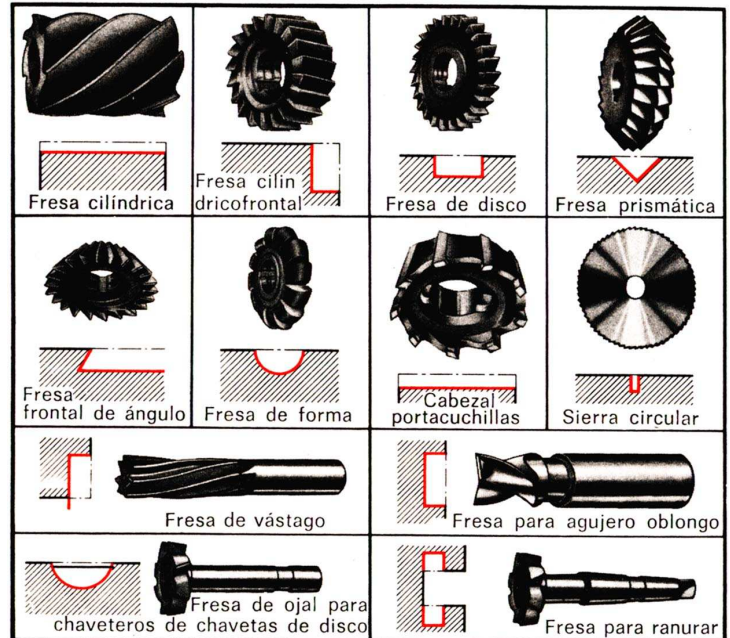


Figura : Fresas más usuales con ejemplos de aplicación.

Las fresas de dientes puntiagudos se emplean para la ejecución de superficies planas. El reafilado de las fresas de dientes puntiagudos se realizan en la superficie de incidencia. La fresa destalonada sirve como fresa de forma para redondeamientos, perfiles y formas de todas clases, ruedas dentadas, roscas, etc. No debe afilarse nada más que por la superficie de ataque. El ángulo de ataque original (generalmente de 0°) debe mantenerse para que no salgan perfiles deformados.

Por la forma se distinguen las siguientes clases de fresas:

Fresas cilíndricas-frontales, fresas de disco, fresas prismáticas, fresas frontales de ángulo, fresas de forma, cabezales porta-cuchillas, sierra circular, fresa de vástago, fresa para agujero largo, fresa de ojal o de ranura, fresa para ranuras en T (Figura 6), fresa de envolvente o de rodadura y fresas para roscar. Los juegos de fresas se componen de fresas con determinados perfiles de acuerdo con la forma que se pretende dar a la pieza (Figura 7). Los cabezales de cuchillas tienen la ventaja de que las cuchillas que se inutilicen pueden cambiarse y repararse de modo sencillo. Los cabezales de cuchillas que giran a gran velocidad, por ejemplo, para alisado fino y para

el trabajo de metales ligeros, deberán equilibrarse a causa de las vibraciones. Según sea la dirección de los dientes se distinguen las fresas con dentado recto, las de dentado en espiral (Figura 8) y las de dentado cruzado (Figura 9). El dentado oblicuo es corriente en los cabezales de cuchillas. Las fresas dentadas en espiral trabajan mejor que las de dientes rectos, porque siempre hay varios dientes que cortan simultáneamente. Además los distintos dientes no entran a cortar inmediatamente en toda su anchura, sino que lo hacen paulatinamente. Se obtiene una fuerza de corte uniforme, la máquina trabaja más tranquila, se evitan mucho las vibraciones y se facilita la eliminación de virutas.

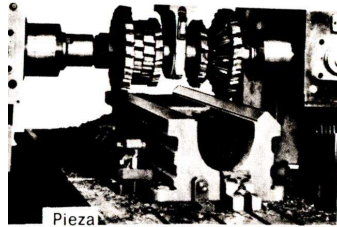


Figura 7: juego de fresas

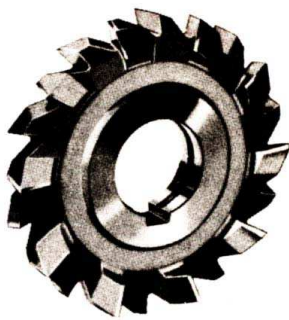


Figura 8: Dentado recto y dentado espiral

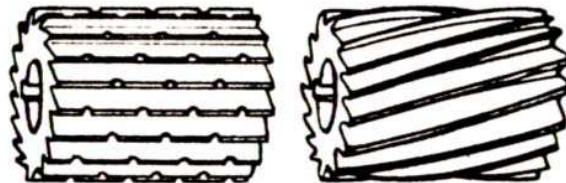


Figura 9: fresa con dentado en cruz

2.7.3 Materiales de corte para las fresas

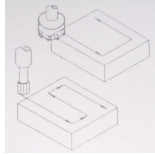
Las fresas se fabrican de acero de herramientas de baja aleación o de alta aleación (acero rápido). Para casos de altas sollicitaciones en las fresas se emplean éstas con filos de metal duro.

En los cabezales de cuchillas, que se aplican especialmente para grandes arranques de viruta y grandes superficies, el cuerpo está ordinariamente constituido por buen y tenaz acero de construcción; únicamente las cuchillas insertadas se hacen de material caro de alto valor, por ejemplo de acero rápido o generalmente de metal duro.

En los cabezales de cuchillas pueden ponerse en vez de estas cuchillas placas de corte giratorias de metal duro con 8 o 12 aristas cortantes y que se sujetan mecánicamente en un soporte. Los distintos filos no se reafilan, sino que las citadas placas de corte se van girando para ir empleando sucesivamente todos los filos. Cuando se han gastado todas las aristas cortantes de una placa se substituye por otra nueva.

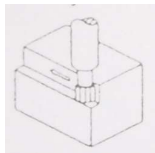
2.7.4 OPERACIONES COMUNES EN LA FRESA

Las operaciones más comunes en la fresadora son las siguientes:



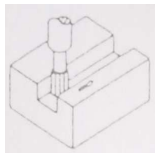
PLANEADO

Es la operación más elemental que en una fresadora se puede realizar y se obtiene por la combinación del movimiento de rotación de la fresa y el movimiento lineal ya sea longitudinal, transversal, ó vertical de la misma.



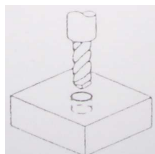
ESCUADRADO

Es la operación en la cual se aprovecha el movimiento de rotación de la fresa y el movimiento lineal ya sea longitudinal, transversal o vertical de la misma teniendo como consecuencia un maquinado con un ángulo de 90°



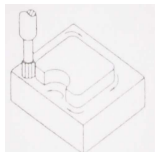
RANURADO

Esta operación es muy usada para la realización de cuñeros, dientes de engrane, venas de lubricación etc. Se realiza aprovechando el movimiento de rotación de la fresa y el movimiento lineal o combinado de la misma



BARRENADO

Es la operación mediante la cual se pueden realizar agujeros en materiales así como diversos tipos de entradas tales como abocardado, escariado, avellanado, mandrinado y machueleado.



FRESADO DE FORMA

Esta operación se hace posible aprovechando todas las posibilidades de la fresadora y utilizando herramientas especiales las cuales generan perfiles especiales

2.7.5 AVANCE PARA CENTROS DE MAQUINADO

El avance para centros de maquinado queda afectado por las siguientes causas que deben considerarse para escogerlo:

- La profundidad de corte y su ancho
- Tipo de fresado (desbaste / acabado)
- El diámetro del cortador y su numero de dientes
- La rigidez de la maquina

La expresión para calcular la velocidad de avance en el centro de maquinado es la siguiente

$$F = f \times Z \times N$$

DONDE:

f = Valor de la tabla (avance por diente)

Z = Numero de dientes en la herramienta

N = Velocidad de giro (rev/min)

Tabla de avances para centros de maquinado

MATERIAL A MAQUINAR	AVANCE POR FILO (FRESA O ESCAREADOR DE ACERO RAPIDO) (mm/filo)
ALUMINIO	0.05-0.1
LATON	0.05-0.1
HIERRO FUNDIDO	0.025-0.05
ACERO BAJO CARBONO	0.025-0.05
ACRILICO	0.035-0.075

Ejemplo:

Calcular la velocidad de avance para realizar un desbaste en el centro de maquinado, con un Escareador de 4 dientes, en una placa de aluminio.

$$N = \frac{1000 \times VC}{\pi D} = \frac{(1000)(70)}{(3.1416)(3)} = 7428 \text{ rev/min}$$

f = 0.05 según tabla

$$F = (0.05 \text{ mm / diente})(4 \text{ dientes/rev})(7428 \text{ rev / min}) = 1486 \text{ mm/min}$$

Finalmente debes observar los resultados de tu maquinado utilizando las velocidades calculadas para hacer las correcciones necesarias, para estas correcciones es muy importante tomar en cuenta la experiencia del operador en los centros de maquinado.

2.7.6 MATERIALES PARA HERRAMIENTAS DE CORTE:

Los materiales para las herramientas de corte incluyen aceros al carbono, aceros de mediana aleación, aceros de alta velocidad, aleaciones fundidas, carburos cementados, cerámicas u óxidos y diamantes.

El carbono forma un carburo con el hierro, lo que hace que responda al temple y, de esta manera aumentar la dureza, la resistencia mecánica y la resistencia al desgaste. El contenido de carbono de los aceros para herramientas está entre 0.6% y 1.4%.

El cromo si agrega para aumentar la resistencia al desgaste y la tenacidad; el contenido es entre 0.25% y 4.5%.

El cobalto se suele emplear en aceros de alta velocidad para aumentar la dureza en caliente, a fin de poder emplear las herramientas con velocidades de corte y temperaturas más altas y aún así mantener la dureza y los filos. El contenido es entre 5% y 12%.

El molibdeno es un elemento fuerte para formar carburos y aumentar la resistencia mecánica, la resistencia al desgaste y la dureza en caliente. Siempre se utiliza junto con otros elementos de aleación. El contenido es hasta de 10%.

El tungsteno mejora la dureza en caliente y la resistencia mecánica; el contenido es entre 1.25% y 20%.

El vanadio aumenta la dureza en caliente y la resistencia a la abrasión, el contenido en los aceros al carbono para herramientas es de 0.20% a 0.50%, en los aceros de altas velocidades es entre 1% y 5%.

Aceros al carbono:

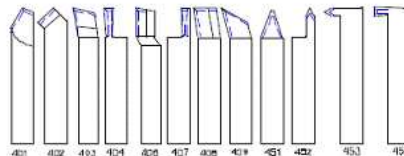
Son el tipo más antiguo de acero empleado en herramientas de corte. Este acero es poco costoso, tiene resistencia a los choques, se puede someter a tratamiento térmico para obtener un amplio rango de durezas, se forma y rectifica con facilidad y mantiene su borde filoso cuando no está sometido a abrasión excesiva y utilizado para brocas que trabajan a velocidades más o menos bajas, para machuelos, brochas y escariadores, aunque y a los han sustituido otros materiales para herramientas

2.7.6.1 Aceros de alta velocidad

Mantiene su elevada dureza a altas temperaturas y tienen buena resistencia al desgaste. Las herramientas de este tipo de aleaciones que se funden y se rectifican a la forma deseada, se componen de cobalto 38% a 53%, cromo 30% a 33% y tungsteno 10% a 20%. Estas aleaciones se recomiendan para operaciones de desbaste profundo con velocidades y avances más o menos altos. Sólo se emplean para obtener un buen acabado superficial especial.

Los aceros rápidos se clasifican así para su designación según Norma ISO:

Acero Rápido	C%	Si%	Cr%	Ni%	Mo%	W%	V%	Co%
R ₂	0.85	0.4	3.8	0.4	0.3	6.5	1.2	**
R ₃	1.50	0.4	4.0	0.4	0.5	10.0	2.0	5.0
R ₄	2.30		4.0		7.0	6.50	6.50	10.5



La Norma ISO 5421- 1977, describe la geometría básica y el sentido del corte de la herramienta de acero rápido.

2.7.6.2 Carburos cementados: Tienen carburos metálicos como ingredientes básicos y se fabrican con técnicas de metalurgia de polvos. Las puntas afiladas con sujetadores mecánicos se llaman insertos ajustables, se encuentran en diferentes formas, como cuadrados, triángulos, circulares y diversas formas especiales.

Se pueden clasificar en tres grupos:

Carburo de tungsteno aglutinado con cobalto, que se emplea para maquinar hierros fundidos y metales abrasivos ferrosos

Carburo de tungsteno con aglutinante de cobalto más una solución sólida, para maquinar en aceros.

Carburos de titanio con aglutinante de níquel y molibdeno, para cortar en donde hay altas temperaturas debido a las altas velocidades de corte o a la alta resistencia mecánica del material de la pieza de trabajo.

2.7.6.3 Carburos revestidos: Con insertos normales de carburo revestidos con una capa delgada de carburo de titanio, nitruro de titanio u óxido de aluminio. Con el revestimiento se obtiene resistencia adicional al desgaste a la vez que se mantienen la resistencia mecánica y la tenacidad de la herramienta de carburo.

2.7.6.4 Cerámicas o de óxido: Contienen principalmente granos finos de óxido de aluminio ligados entre sí. Con pequeñas adiciones de otros elementos se ayuda a obtener propiedades óptimas. Las herramientas de cerámica tienen una resistencia muy alta a la abrasión, con más dureza que los carburos cementados y tienen menor tendencia a soldarse con los metales durante el corte. Sin embargo, carecen de resistencia al impacto y puede ocurrir su falla prematura por desportilladura o rotura. Se ha encontrado que las herramientas de cerámica son eficaces para operaciones de torneado ininterrumpido a alta velocidad.

2.7.6.5 Diamantes: Policristalino se emplea cuando se desean buen acabado superficial y exactitud dimensional, en particular en materiales no ferrosos, blandos, que son difíciles de maquinar. Las propiedades generales de los diamantes son dureza extrema, baja expansión térmica, alta conductividad térmica y un coeficiente de fricción muy bajo.

Los portaplaquitas generalmente se fijan al acoplamiento mediante sujeciones de montaje rápido: roscas, bridas de apriete, pasadores, sistemas de inserción tipo "snap". En algunas ocasiones el portaplaquita y el acoplamiento pueden constituir una única pieza.

Las puntas de las herramientas pueden estar unidas al mango permanentemente (soldadas). Sin embargo es más habitual el uso de sistemas de plaquitas intercambiables que se fijan mediante tornillos, palancas, bridas, etc. Las plaquitas al disponer de varios filos pueden alternar, invertir o cambiar definitivamente cuando sufren cualquier deterioro.



CAPITULO III PROGRAMACION PARA TORNO

3.1 FUNCIONES PRINCIPALES (CÓDIGOS G)

G00 Posicionamiento rápido de los ejes X y Z
G01 Posicionamiento lento con avance controlado
G02 Interpolación circular sentido Horario
G03 Interpolación circular sentido Antihorario
G04 Pausa de la maquina por un tiempo determinado
G20 Programación en Pulgadas
G21 Programación en milímetros
G28 Regreso a punto de referencia Home
G40 Cancela la compensación del radio de la herramienta
G50 tiene 2 usos cambia la posición del cero de programa y establece un Limite máximo de RPM
G70 Ciclo Automático de acabado
G71 Ciclo automático de desbaste
G72 Ciclo automático de careado
G73 Ciclo automático para piezas de fundición
G74 Ciclo automático de barrenado
G75 ciclo de corte con un regreso de R unidades
G76 Ciclo automático de roscado
G80 Cancelación de ciclos automáticos
G92 ciclo para hacer cuerdas standard
G96 Programación de velocidad de corte constante
G97 Programación de velocidad de corte variable
G98 Programación del avance en mm/min ó pulg/min
G99 Programación del avance en mm/rev ó pulg/rev

3.2 FUNCIONES MISCELÁNEAS O AUXILIARES (CÓDIGOS M)

Los códigos auxiliares son códigos que el control emplea para desarrollar funciones específicas a continuación enlistaremos los códigos auxiliares más empleados:

M00 Paro de programa
M01 Paro opcional del programa
M03 Giro del husillo sentido horario
M04 Giro del husillo sentido antihorario
M05 Paro del husillo
M06 Cambio automático de herramienta
M08 Refrigeración de la herramienta a chorro
M09 Cancelar refrigeración
M10 Abrir chuck
M11 Cerrar chuck
M25 Acciona el cachador de piezas (solo para maquinas que lo incluyan)
M26 Regresa el cachador de piezas (solo para maquinas que lo incluyan)

- M29 Comando para trabajar en modo DNC (Control Numérico Directo)
- M30 Fin de programa
- M38 Abrir la puerta automáticamente
- M39 Cerrar la puerta automáticamente

3.3 FUNCIONES DE PROGRAMACIÓN

- Numero de programa
- N Número de bloque (de 0000 al 9999)
- X, Z Coordenadas en sistema Absoluto
- U, W Coordenadas en sistema incremental
- I, k Parámetros de interpolación Circular
- F Avance de la herramienta (mm/min, pulg/min, mm/rev, pulg/rev)
- P Define el bloque de inicio del perfil
- Q Define el bloque donde termina el perfil
- R Designación de radios también se usa para retirar la herramienta en ciclo automático
- S Giro del husillo en RPM
- T Designación de la herramienta

3.4 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Es el grupo de códigos estructurados y ordenados de tal forma que por medio de ellos se entre en comunicación y se ordene a la maquina la tarea que deberá ejecutar.

3.5 PRINCIPIOS DE PROGRAMACIÓN

Cualquier programa que se elabore deberá contener:

- a) Numero de programa
- b) Nombre del programa
- c) Desglose del programa principal

Y como funciones adicionales:

- a) Determinación de offsets y radios de herramienta
- b) Localización de centros coordenados o referencia de programación

3.6 NUMERO DE PROGRAMA

El numero de programa es aquel numero que se da a cada programa para distinguir uno de otro es usado en controles cuya capacidad les permite almacenar varios programas en su unidad de memoria

El numero de programa se coloca al inicio de cada programa pudiendo indicarse como un numero de 4 dígitos antecidos por la letra "O" por ejemplo: O2345

3.7 NOMBRE DEL PROGRAMA

El nombre del programa se da a los programas para distinguir uno de otro de una manera específica principalmente cuando todos los programas se presentan en pantalla en el directorio del control

El nombre del programa es un bloque de hasta 20 caracteres alfanuméricos colocados entre paréntesis a continuación del número de programa.

3.8 EL PROGRAMA PRINCIPAL

En general el programa opera normalmente de acuerdo a una secuencia de datos ordenados indicados en el programa principal

El programa principal contiene esencialmente:

- a) Los códigos de entrada o referencia
- b) Códigos de localización de diferentes centros coordinados
- c) Velocidades del husillo de la maquina para cada herramienta a usar
- d) Secuencia de operaciones por ejecutar por cada herramienta
- e) Los códigos de cancelación y fin de programa

3.9 NUMERO DE SECUENCIA

Aunque no es indispensable para la ejecución Cada renglón o línea del programa principal o del subprograma debe ser identificada con la letra "N" seguida de 4 dígitos para mayor facilidad de revisión y corrección. Aunque se permite una numeración ascendente o descendente lo mejor es programar en orden ascendente en incrementos de 10 esto permite una búsqueda de números de secuencia simplificada por ejemplo

N0010
N0100

3.10 MOVIMIENTOS RECTOS (G00, G01)

Dentro de la programación de un movimiento recto hay dos alternativas:

- G00 movimiento rápido o de posicionamiento
- G01 movimiento con avance controlado o de corte

G00 POSICIONAMIENTO RÁPIDO SIN CORTE

El movimiento rápido o de posicionamiento es aquel que une dos puntos con el máximo avance posible desarrollado por la maquina a fin de ejecutarlo en el menor tiempo posible. Esta forma de programación deberá cumplir con el siguiente formato

G00 X__ Z__

En donde:

G00 = posicionamiento rápido sin corte

X, Z = Coordenadas absolutas del punto de desplazamiento

La importancia de conocer la trayectoria que seguirá la máquina en un movimiento rápido está en evitar choques con la pieza de trabajo al intentar pasar de un punto a otro.

G01 POSICIONAMIENTO LENTO CON AVANCE CONTROLADO

Durante el movimiento con avance programado la máquina se mueve con una velocidad programada de acuerdo a la operación que se requiera ejecutar. Para ordenar un movimiento con avance programado es necesario indicar al control el valor del avance con la letra "F" las coordenadas del punto al cual se requiere se traslade. Por lo que el formato de programación quedará de la siguiente manera:

G01 X__ Z__ F__

En donde:

G01 = posicionamiento lento con avance controlado

X, Z = coordenadas del punto al cual se requiere trasladarse

F = Valor del avance de la herramienta

En el movimiento con avance programado la trayectoria que sigue la máquina de un punto inicial a un punto final es siempre una línea recta de aquí que a este tipo de movimiento se le conozca también como interpolación lineal pues en un movimiento entre dos o más ejes el control va calculando automáticamente los puntos necesarios para unir en forma lineal los puntos involucrados.

3.11 MOVIMIENTO CON TRAYECTORIA CIRCULAR (G02, G03)

Otra trayectoria que puede seguir una herramienta al desplazarse de un punto a otro es siguiendo una trayectoria circular también conocida como interpolación circular dependiendo del sentido de giro que deba seguir la trayectoria su programación requerirá un código definido por:

- G02 interpolación circular sentido horario
- G03 interpolación circular sentido antihorario

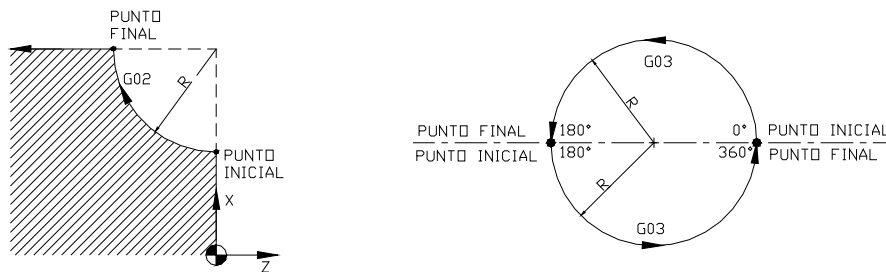
Cuando se conoce el punto inicial, el punto final, y el radio del arco, el desplazamiento de la herramienta dependerá del sentido de la trayectoria del corte que lleva la herramienta

El movimiento circular puede estar definido de dos maneras para poderse programar:

1. el sentido del giro, las coordenadas del punto final, El radio de giro.

Con este tipo de programación se pueden maquinar arcos que formen un cuadrante completo comprendidos de 0 a 90 grados y de 0 a 180 grados por lo que para maquinar

un círculo completo se deberá programar primero medio círculo comprendido entre 0 Y 180 grados y en otro renglón la otra mitad del círculo comprendido entre 180 Y 360 grados para formar el círculo completo.



Esta forma de programación llevara el siguiente formato.

```
G02 X__ Z__ R__
G03 X__ Z__ R__
```

En donde:

G02 = interpolación circular sentido horario

G03 = interpolación circular sentido antihorario

X,Z = Coordenadas absolutas del punto final del arco

R = radio del arco

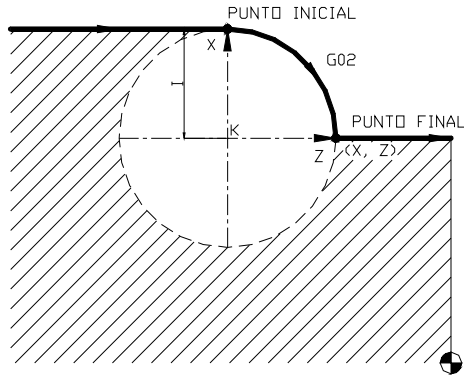
2. el sentido del giro, las coordenadas del punto final, las coordenadas al centro de giro tomándose en referencia al punto inicial

En este caso en las coordenadas al centro de giro ocurre un cambio de variables denotándose por:

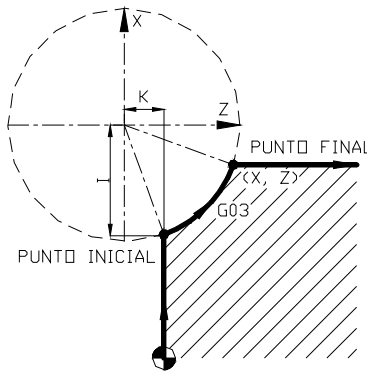
- "I" la coordenada sobre el eje "X"
- "K" la coordenada sobre el eje "Z"

La distancia de I, K se encuentra desde el punto de inicio del arco al punto final del arco en forma incremental (no en forma absoluta)

Cuando el ángulo que forma el punto inicial del arco es igual a 0 grados, 90 grados, 180 grados, o cualquier ángulo que forme un cuadrante uno de los componentes I, K será siempre cero y el otro será igual al radio.



Cuando el ángulo que forma el punto inicial del arco con respecto a cualquier cuadrante es diferente de 0, 90, 180, los componentes I, K se calcularán en forma incremental mediante trigonometría por lo que en este caso siempre tendrán un valor diferente de cero



Esta forma de programación llevara el siguiente formato:

G02 X__ Z__ I__ K__
G03 X__ Z__ I__ K__

En donde:

G02 = interpolación circular sentido horario

G03 = interpolación circular sentido antihorario

X,Z = Coordenadas absolutas del punto final del arco

I = coordenada incremental desde el punto final del arco al centro del arco sobre el eje X

K = coordenada incremental desde el punto final del arco al centro del arco sobre el eje Z

3.12 PAUSA DE LA MAQUINA POR UN TIEMPO DETERMINADO (G04)

Este comando causa una pausa en el programa principal por un tiempo determinado el tiempo puede ser especificado en segundos con los prefijos X ó U o en milisegundos con el prefijo P el formato de programación quedara de la siguiente manera:

G04 X__
G04 U__
G04 P__

En donde:

G04 = comando para pausar la maquina un tiempo determinado

X, U = tiempo de espera o pausa en segundos

P = tiempo de espera o pausa en milisegundos (x 1000)

3.13 PROGRAMACIÓN DE REGRESO A HOME (G28)

Para programar el regreso de la herramienta a home se deberá tener especial cuidado ya que es muy común que puedan ocurrir golpes entre la herramienta y la pieza de trabajo por lo cual debe asegurarse de que la herramienta este primero alejada de la pieza maquinada posteriormente podrá enviar la herramienta a home enviando primero en el eje X y posteriormente en el eje Z para lo cual se deberá programar el siguiente formato:

G28 U0 W0

En donde:

G28 = programación de regreso a home

U = coordenada cero de la maquina en el eje X

W = coordenada cero de la maquina en el eje Z

Este código nos permite también hacer que el eje o los ejes especificados regresen a un punto prefijado por el programador sin tener que ser precisamente el punto cero de referencia de la maquina lo cual se usa frecuentemente cuando se esta maquinando con una sola herramienta a fin de evitar el recorrido de regreso al punto cero de la maquina.

3.14 COMANDO G50 CAMBIO DEL CERO DE PROGRAMA, LIMITE MAXIMO DE LAS RPM

Este comando tiene dos usos el primero es el de cambiar el cero de programa de posición en este caso se deberá de cumplir con el siguiente formato:

G50 U__ W__

En donde:

G50 = cambia la posición del cero de programa

U = Coordenada sobre el eje X

W = Coordenada sobre el eje Z

En el segundo uso El husillo gira como máximo a las RPM indicadas con la letra "S" para este caso debemos programar el siguiente formato:

G50 S__

En donde:

G50 = limite máximo RPM

S = Valor de las revoluciones a las que debe girar el husillo como máximo

3.15 CICLO AUTOMÁTICO DE ACABADO (G70)

Este ciclo se aplica para maquinados de acabado posteriores a los ciclos G71, G72, G73. para programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G70 P__ Q__ F__

En donde:

G70 = Ciclo automático de acabado

P = Numero de bloque que indica el inicio del perfil a maquinar

Q = Numero de bloque que indica el final del perfil a maquinar

F = Avance de la herramienta

3.16 CICLO AUTOMÁTICO DE DESBASTE (G71)

Este ciclo se aplica para maquinados longitudinales tanto exteriores como interiores. Para programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G71 U__ R__

G71 P__ Q__ U__ W__ F__

En donde:

G71 = primera línea de programación del ciclo de desbaste

U = profundidad de corte sobre el eje X

R = distancia de salida o retirada de la herramienta al final de cada corte

G71 = segunda línea de programación del ciclo de desbaste

P = numero de bloque que indica el inicio del perfil a maquinar

Q = numero de bloque que indica el final del perfil a maquinar

U = Cantidad de material sobrante que se deja en el eje X para el acabado del perfil final

W = cantidad de material sobrante que se deja en el eje Z para el acabado del perfil final

F = avance de la herramienta

3.17 CICLO AUTOMÁTICO DE CAREADO (G72)

Este ciclo se aplica para maquinados transversales sobre el eje Z para poder programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G72 W__ R__

G72 P__ Q__ U__ W__ F__

En donde:

G72 = Primera línea de programación del ciclo de desbaste transversal

W = profundidad de corte sobre el eje Z

R = Distancia de salida o retirada de la herramienta al final de cada corte

G72 Segunda línea de programación del ciclo de desbaste transversal

P = numero de bloque que indica el inicio del perfil a maquinar

Q = numero de bloque que indica el final del perfil a maquinar

U = cantidad de material sobrante que se deja en el eje X para el acabado del perfil final

W = cantidad de material sobrante que se deja en el eje Z para el acabado del perfil final

F = avance de la herramienta

3.18 CICLO AUTOMÁTICO DE DESBASTE PARA PIEZAS DE FUNDICION (G73)

Este ciclo se aplica para desbastes en piezas de trabajo con una forma muy cercana al contorno final de una pieza ya terminada por eso se le denomina desbaste de contornos paralelos comúnmente utilizado para maquinar piezas de fundición.

Para poder programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G73 U__ W__ R__

G73 P__ Q__ U__ W__ F__

En donde:

G73 = primera línea del ciclo de desbaste

U = profundidad de corte y de salida de la herramienta sobre el eje X

W = profundidad de corte y de salida de la herramienta sobre el eje Z

R = numero de pasadas o repeticiones para realizar el desbaste total

G73 = Segunda línea del ciclo de desbaste

P = Numero de bloque que indica el inicio del perfil a maquinar

Q = Numero de bloque que indica el final del perfil a maquinar

U = cantidad de material sobrante que se deja en el eje X para el acabado del perfil final

W = cantidad de material sobrante que se deja en el eje Z para el acabado del perfil final

F = avance de la herramienta

3.19 CICLO AUTOMÁTICO DE BARRENADO (G74)

Este tipo de ciclo se aplica únicamente en casos en los que la profundidad del orificio sea mas de tres veces el diámetro de la broca

Para poder programar este ciclo se debe cumplir con el siguiente formato:

G74 R__

G74 Z__ Q__ R__ F__

En donde:

G74 = primera línea de programación del ciclo de barrenado profundo

R = Distancia de retroceso por cada entrada de la broca

G74 = segunda línea de programación del ciclo de barrenado profundo

Z = Profundidad total del barrenado

Q = Profundidad de corte en cada entrada de la broca multiplicada por 1000

R = es la distancia de alivio sobre el eje X

F = avance de la broca

3.20 CICLO DE CORTE CON UN REGRESO DE R UNIDADES (G75)

Para programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G75 R__

G75 X__ Z__ P__ Q__ R__ F__

En donde:

G75 = primera línea del ciclo de corte con retorno

R = es la cantidad de retorno

G75 = segunda línea del ciclo de corte con retorno

X = coordenada final en el eje X

Z = coordenada final en el eje Z

P = distancia entre corte y corte en el eje Z

Q = profundidad de cada corte

R = es la distancia de alivio sobre el eje Z

F = avance

3.21 CICLO AUTOMÁTICO DE ROSCADO (G76)

Este ciclo se utiliza para roscas cilíndricas rectas o cónicas maquinadas ya sea en exteriores o interiores

Para poder programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G76 P__ __ __ Q__ R__

G76 X__ Z__ R__ P__ Q__ F__

En donde:

G76 = primera línea de programación del ciclo de roscado

P = para este parámetro es necesario programar tres pares de números los cuales se designaran de la siguiente forma:

- El primer par de números define el numero de pasadas para el acabado de la rosca
- El segundo par de números define el Angulo de salida de la herramienta al final de la rosca
- El tercer par de números define el Angulo de la rosca a maquinar

Q = es la profundidad mínima de desbaste para la primer pasada multiplicada por 1000 esta deberá ser un valor menor a la Q programada en la segunda línea
R = cantidad de material sobrante para el acabado de la rosca

G76 = segunda línea de programación del ciclo de roscado

X = existen dos opciones para programar este valor

- Se programa el diámetro menor de la rosca en caso de que la rosca a maquinar sea externa
- Se programa el diámetro mayor de la rosca en el caso de que la rosca a maquinar sea interna

Z = punto final de la longitud de la rosca

R = existen dos opciones para programar este parámetro

- R=0 para roscas rectas
- R<0 ó R>0 para roscas cónicas NPT

P = define la altura o profundidad de la rosca multiplicada por 1000 se programa en valor absoluto sin punto decimal

Q = define la profundidad del primer corte de la rosca multiplicada por 1000 se programa en valor absoluto sin punto decimal esta deberá tener un valor mayor a la Q programada en la primera línea

F = define el paso de la rosca que es la distancia entre cresta y cresta

3.22 CICLO PARA HACER ROSCAS ESTÁNDAR (G92)

Para programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G92 U__ W__ F__

En donde:

G92 = ciclo de roscas estándar

U = coordenada final en X

W = coordenada final en Z

F = paso de la cuerda

3.23 SELECCIÓN DE VELOCIDAD DE CORTE CONSTANTE (G96)

Con este comando se le ordena a la maquina mantener el husillo girando a una velocidad de corte constante por lo que va adaptando o variando las RPM a medida que el diámetro de la pieza de trabajo disminuye o aumenta. El formato de programación será el siguiente:

G96 S__

En donde:

G96 = programación de velocidad de corte constante

S = valor de la velocidad de corte

3.24 SELECCIÓN VELOCIDAD PERIFÉRICA RPM (G97)

Con este comando se le ordena a la maquina a cuantas Revoluciones Por Minuto girará el husillo en la siguiente forma:

G97 S__

Lo cual indicara la programación en RPM junto con la letra “S” que establece las RPM fijas o constantes. La maquina no cambiara de RPM hasta que se indique otro valor de “S” en el programa no importando el diámetro de la pieza ni el sistema de unidades de trabajo

3.25 CÓDIGOS DE ENTRADA O DE REFERENCIA

Son códigos que al indicársele al control cancela ciclos que pudieran haber quedado indicados en memoria y al iniciar una operación nuevamente produzcan ejecuciones extrañas.

- G40 cancelación de la compensación de la herramienta
- G80 cancelación de ciclos automáticos

También en esta parte se le indica al control la unidad de medida en la cual deberá interpretar los valores del programa:

- G20 programación en pulgadas
- G21 programación en milímetros

Las unidades de avance programadas:

- G98 milímetros por minuto (mm/min) ó pulgadas por minuto (pulg/min)
- G99 milímetros por revolución (mm/rev) ó pulgadas por revolución (pulg/rev)

3.26 TIEMPO DE ESPERA O PAUSA (M01)

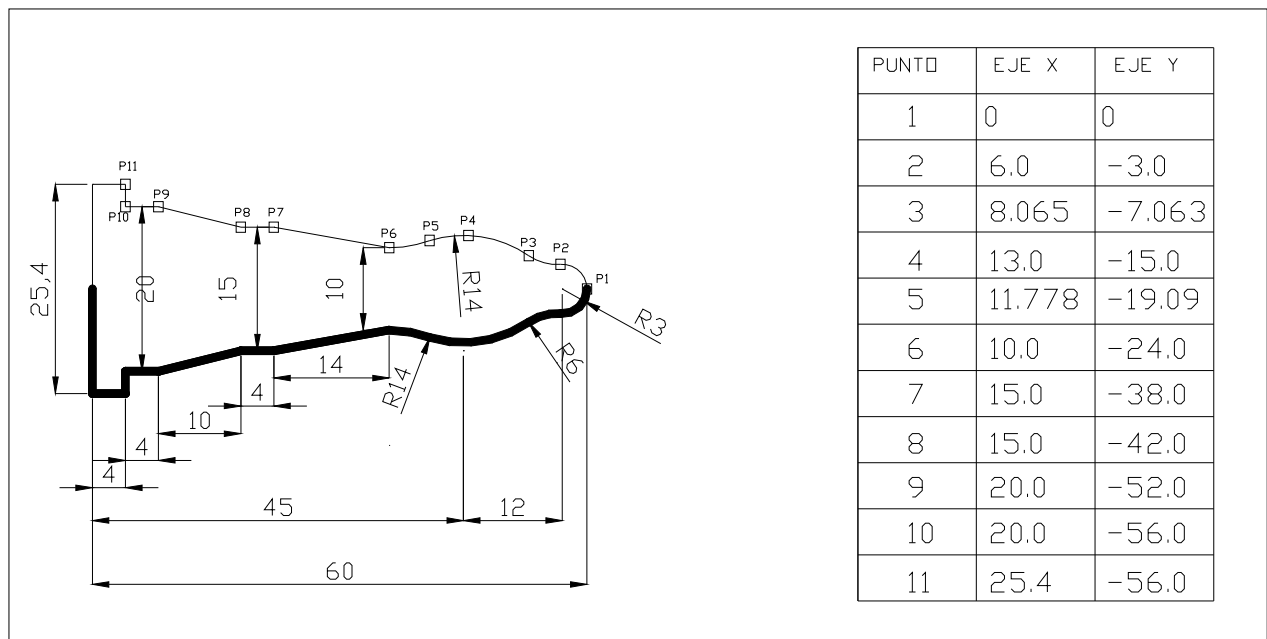
En algunas ocasiones se requiere que el movimiento de los ejes se detenga por algún instante determinado, bien sea para pulir alguna superficie sin que la herramienta corte material o para sincronizar el movimiento con algún accesorio externo a la maquina en ambos casos es posible programar una pausa con el código M01

3.27 EJEMPLOS DE PROGRAMACIÓN EN TORNO

A continuación se presentan dos ejercicios previamente elaborados, los cuales deberán simularse en el software de torno para familiarizarse con el uso tanto de la computadora como de la programación de un torno CNC.

3.27.1 ALFIL

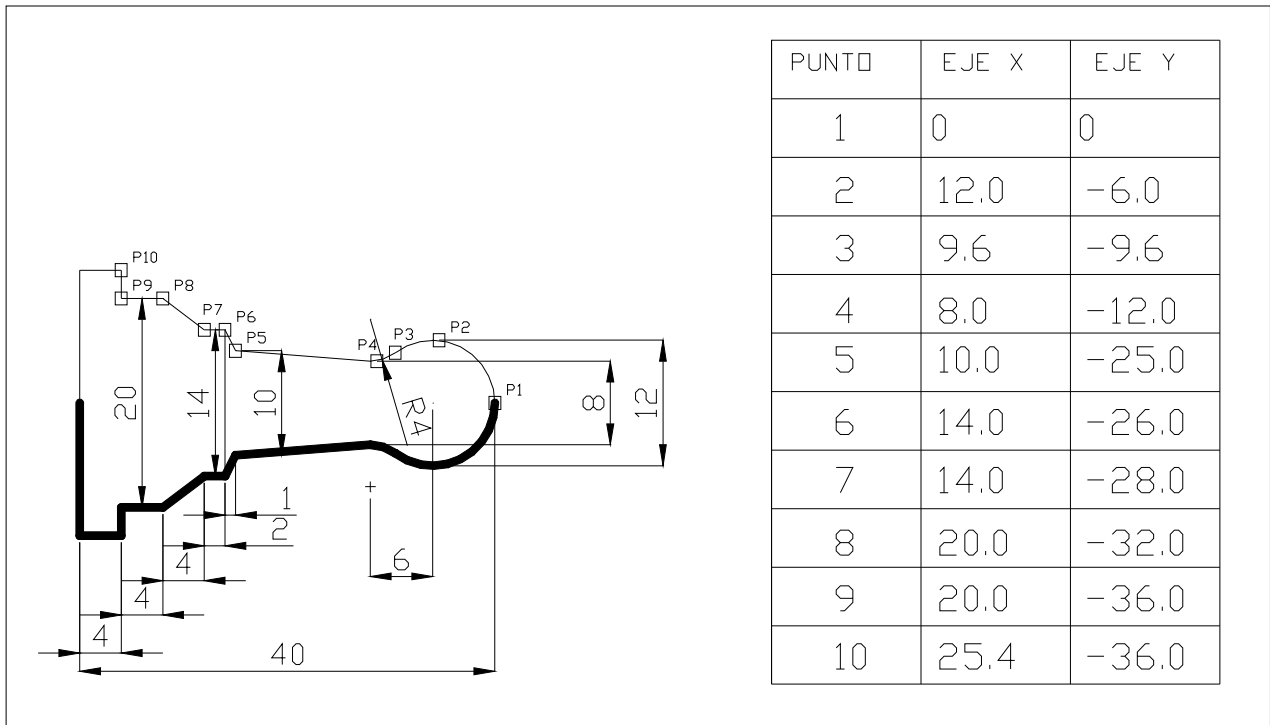
Material:	Aluminio	Unidades:	Mm
No. De Hta:	T0101 (desbaste)	Descripción:	Hta. de corte derecho
No. De Hta:	T0202 (acabado)	Descripción:	Hta. de corte derecho
Prof. De corte:	1.0 mm	R.P.M:	800 (desb.) 1200 (acab)
Avance (F)Desb:	100 mm/min	No. De Prog:	O0001
Avance (F)Acab:	50 mm/min		



[BILLET X25.4 Z70.0	Se especifica el tamaño del material
[STEP	Paso a paso
O0001	No. de programa
G21	Programación en mm
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance mm/rev.
M06 T0101	Cambio de herramienta
G00 X25.4 Z2.0	Acercamiento rápido al material
M03 S800	Giro del husillo a 800 rpm constantes
G71 U1.0 R1.5	Ciclo automático
G71 P80 Q190 U0.1 W0.1 F100.0	Parámetros del ciclo
N0080 G01 X0.0	Punto 1
G01 Z0.0	Punto 1
G03 X6.0 Z-3.0 R3.0	Punto 2
G02 X8.0 Z-7.0 R3.0	Punto 3
G03 X13.0 Z-15.0 R14.0	Punto 4
G03 X11.778 Z-19.09 R14.0	Punto 5
G02 X10.0 Z-24.0 R14.0	Punto 6
G01 X15.0 Z-38.0	Punto 7
G01 X15.0 Z-42.0	Punto 8
G01 X20.0 Z-52.0	Punto 9
G01 X20.0 Z-56.0	Punto 10
N0190 G01 X25.4 Z-56.0	Fin del perfil de la pieza
G00 X25.4 Z2.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del husillo
G28 U0 W0	Regreso a home
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance mm/rev
M06 T0202	Cambio de herramienta
G00 X25.4 Z2.0	Acercamiento de la herramienta
M03 S1500	Giro del husillo a 1200 rpm constantes
G70 P80 Q190 F50.0	Ciclo de acabado
G00 X25.4 Z10.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del husillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M30	Fin de programa

3.27.2 PEÓN

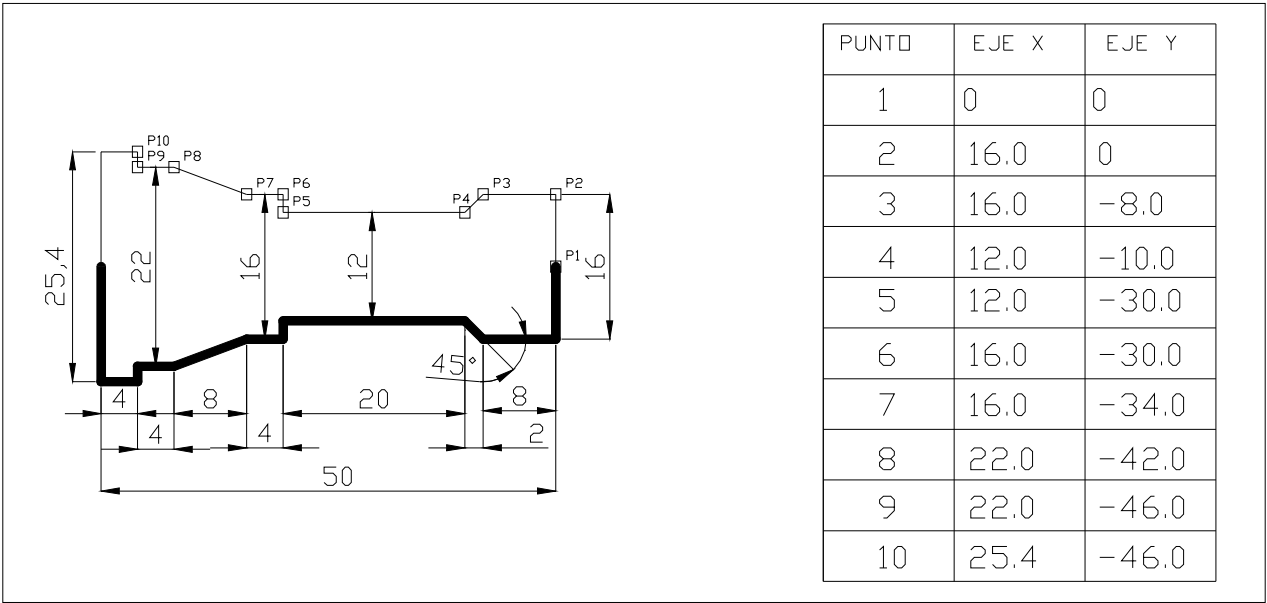
Material:	Aluminio	Unidades:	Mm
No. De Hta:	T0101 (desbaste)	Descripción:	Hta. De corte derecho
No. De Hta:	T0202 (acabado)	Descripción:	Hta. De corte derecho
Prof. De corte:	1.0 mm	R.P.M:	800 (desb.) 1200 (acab)
Avance (F)Desb:	100 mm/min	No. De Prog:	O0002
Avance (F)Acab:	50 mm/min		



[BILLET X25.4 Z50.0	Se especifica el tamaño del material
[STEP	Paso a paso
O0002	No. De programa
G21	Programación en mm
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance mm/rev.
M06 T0101	Cambio de herramienta
G00 X25.4 Z2.0	Acercamiento rápido al material
M03 S800	Giro del husillo a 800 rpm constantes
G71 U1.0 R1.5	Ciclo automático
G71 P80 Q180 U0.1 W0.1 F100.0	Parámetros del ciclo
N0080 G01 X0.0	Punto 1
G01 Z0.0	Punto 1
G03 X12.0 Z-6.00 R6.0	Punto 2
G03 X9.6 Z-9.6 R6.0	Punto 3
G02 X8.0 Z-12.0 R4.0	Punto 4
G01 X10.0 Z-25.0	Punto 5
G01 X14.0 Z-26.0	Punto 6
G01 X14.0 Z-28.0	Punto 7
G01 X20.0 Z-32.0	Punto 8
G01 X20.0 Z-36.0	Punto 9
N0180 G01 X25.4 Z-36.0	Fin del perfil de la pieza
G00 X25.4 Z2.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del husillo
G28 U0 W0	Regreso a home
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance mm/rev
M06 T0202	Cambio de herramienta
G00 X25.4 Z2.0	Acercamiento de la herramienta
M03 S1500	Giro del husillo a 1200 rpm constantes
G70 P80 Q180 F50.0	Ciclo de acabado
G00 X25.4 Z2.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del husillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M30	Fin de programa

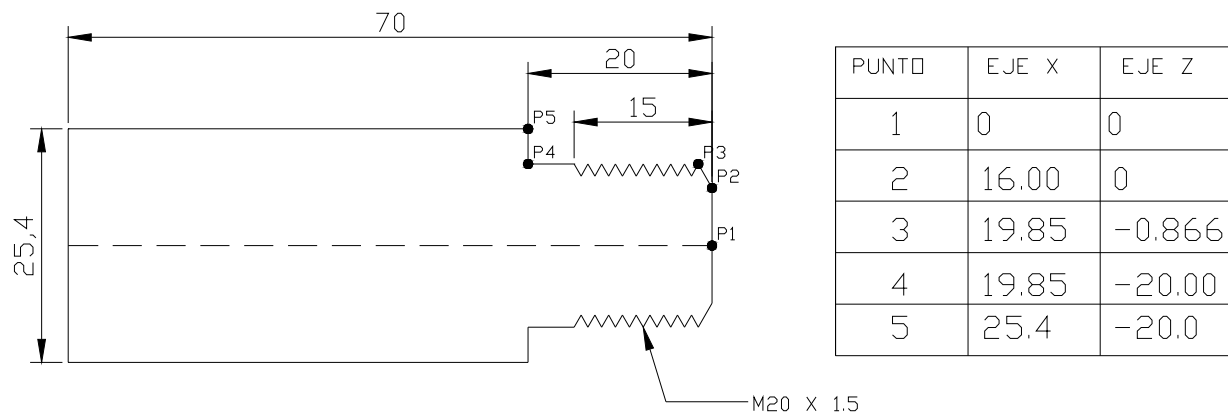
3.27.3 TORRE

Material:	Aluminio	Unidades:	Mm
No. De Hta:	T0101 (desbaste)	Descripción:	Hta. De corte derecho
No. De Hta:	T0202 (acabado)	Descripción:	Hta. De corte derecho
Prof. De corte:	1.0 mm	R.P.M:	800 (desb.) 1200 (acab)
Avance (F)Desb:	100 mm/min	No. De Prog:	O0003
Avance (F)Acab:	50 mm/min		



[BILLET X25.4 Z60.0	Se especifica el tamaño del material
[STEP	Paso a paso
O0003	No. De programa
G21	Programación en mm
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance mm/rev.
M06 T0101	Cambio de herramienta
G00 X25.4 Z2.0	Acercamiento rápido al material
M03 S800	Giro del husillo a 800 rpm constantes
G71 U1.0 R1.5	Ciclo automático
G71 P80 Q180 U0.1 W0.1 F100.0	Parámetros del ciclo
N0080 G01 X0.0	Punto 1
G01 Z0.0	Punto 1
G01 X16.0 Z0	Punto 2
G01 X16.0 Z-8.0	Punto 3
G01 X12.0 Z-10.0	Punto 4
G01 X12.0 Z-30.0	Punto 5
G01 X16.0 Z-30.0	Punto 6
G01 X16.0 Z-34.0	Punto 7
G01 X22.0 Z-42.0	Punto 8
G01 X22.0 Z-46.0	Punto 9
N0180 G01 X25.4 Z-46.0	Fin del perfil de la pieza
G00 X25.4 Z2.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del husillo
G28 U0 W0	Regreso a home
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance mm/rev
M06 T0202	Cambio de herramienta
G00 X25.4 Z2.0	Acercamiento de la herramienta
M03 S1500	Giro del husillo a 1200 rpm constantes
G70 P80 Q180 F50.0	Ciclo de acabado
G00 X25.4 Z10.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del husillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M30	Fin de programa

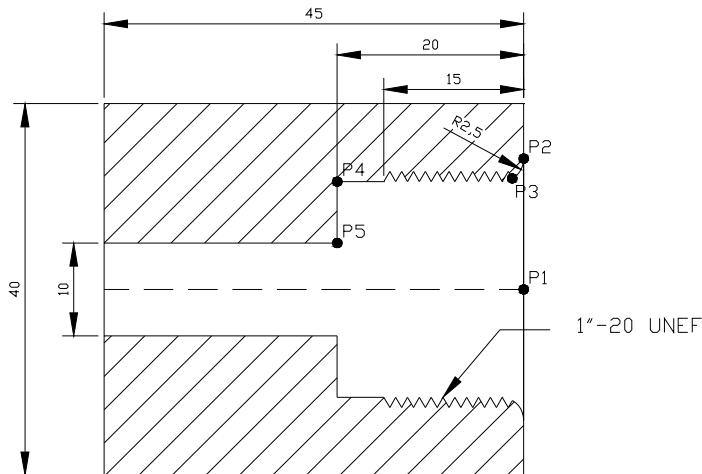
3.27.4 ROSCA EXTERIOR (ROSCA MÉTRICA)



[BILLET X25.4 Z70.0	Tamaño del material
[NOSTEP	Paso a paso
G21	Programación en milímetros
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance
M06 T0101	Cambio de herramienta
G00 X37.0 Z5.0	Acercamiento rápido al material
G97 M03 S1000	Giro del usillo a 1000 rpm
G01 X25.4 Z1.0 F2.0	Posicionamiento lento con avance controlado
G71 U1.0 R1.0	Ciclo automático de desbaste
G71 P3 Q4 U0.1 W01 F0.3	Parámetros del ciclo
N03 G01 X0.0	Punto 1
G01 X16.0 Z0.0	Punto 2
X19.85 Z-0.866	Punto 3
X19.85 Z-20.0	Punto 4
N4 X25.40 X-20.0	Fin del perfil de la pieza
G00 X28.0 Z20.0	Se retira la herramienta
M05 G28 U0 W0	Paro del usillo y regreso a home
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance
M06 T0202	Cambio de herramienta
G00 X25.4 Z5.0	Acercamiento rápido al material
M03 S1500	Giro del usillo a 1500 rpm
G01 X25.4 Z1.0 F4.0	Posicionamiento lento con avance controlado
G70 P3 Q4 F0.08	Ciclo automático de acabado
G00 X28.0 Z20.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del usillo
G28 U0 W0	Regreso a home

M01	Paro opcional o pausa
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance
M06 T0303	Cambio de herramienta.
G00 X27.0 Z5.0	Acercamiento rápido al material
M03 S1000	Giro del usillo a 1000 rpm
G01 X21.0 Z3.0 F4.0	Posicionamiento lento con avance controlado
G76 P041060 Q20 R0.04	Ciclo automático de roscado
G76 X17.75 Z-15.0 R00 P1050 Q250 F1.5	Parámetros del ciclo automático de roscado
G00 X28.0 Z20.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del usillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M30	Fin de programa

3.27.5 ROSCA INTERIOR (ROSCA ESTÁNDAR)



PUNTO	EJE X	EJE Z
1	0	0
2	30.0	0
3	23.2	-3.4
4	23.2	-20.0
5	10.0	-20.0

[BILLET X40.0 Z50.0	Tamaño del material
[NOSTEP	Programación paso a paso
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance
M06 T0101	Cambio de herramienta (broca de centros)
G00 X0.0 Z5.0	Acercamiento rápido al material
M03 S2500	Giro del usillo a 2500 rpm
G01 X0.0 Z1.0 F4.0	Posicionamiento lento con avance controlado
G01 X0.0 Z-3.0 F0.08	Posicionamiento lento con avance controlado
G04 X1.5	Pausa controlada en segundos
G00 X0.0 Z2.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del usillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M01	Paro opcional o pausa
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance
M06 T0202	Cambio de herramienta (broca helicoidal)
G00 X0.0 Z5.0	Acercamiento rápido al material
M03 S500	Giro del usillo a 500 rpm
G01 X0.0 Z1.0 F4.0	Posicionamiento lento con avance controlado
G74 R2.0	Ciclo automático de barrenado
G74 Z-45.0 Q5000 F0.05	Parámetros del ciclo automático de barrenado
G00 X0.0 Z5.0	Se retira la herramienta

M05	Paro del usillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M01	Paro opcional o pausa
M06 T0303	Cambio de herramienta
G00 X-10.0 Z5.0	Acercamiento rápido al material
M03 S1000	Giro del usillo a 1000 rpm
G01 X-10.0 Z1.0 F4.0	Posicionamiento lento con avance controlado
G71 U1.0 R0.3	Ciclo automático de desbaste
G71 P7 Q8 U0.1 W0.1 F0.5	Parámetros del ciclo automático de desbaste
N7 G01 X-30.0	Punto 2
G01 X-23.20 Z-3.4	Punto 3
G01 Z-20.0	Punto 4
N8 G01 X-10.0 Z-20.0	Fin del perfil de la pieza
G00 X-10.0 Z35.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del usillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M01	Paro opcional o pausa
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance
M06 T0404	Cambio de herramienta
G00 X-10.0 Z5.0	Acercamiento rápido al material
M03 S1900	Giro del usillo a 1900 rpm
G01 X-10.0 Z1.0 F4.0	Posicionamiento lento con avance controlado
G70 P7 Q8 F0.05	Ciclo automático de acabado
G00 X-10.0 Z10.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del usillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M01	Paro opcional o pausa
G40 G80 G99	Comandos de cancelación y avance
M06 T0505	Cambio de herramienta
G00 X-23.0 Z5.0	Acercamiento rápido al material
M03 S1500	Giro del usillo a 1500 rpm
G01 X-23.0 Z1.0 F4.0	Posicionamiento lento con avance controlado
G76 P041060 Q50 R0.04	Ciclo automático de roscado
G76 X-24.5 Z-15.0 P1100 Q250 F1.27	Parámetros del ciclo automático de roscado
G00 X-23.0 Z10.0	Se retira la herramienta
M05	Paro del usillo
G28 U0 W0	Regreso a home
M30	Fin de programa

INTRODUCCIÓN

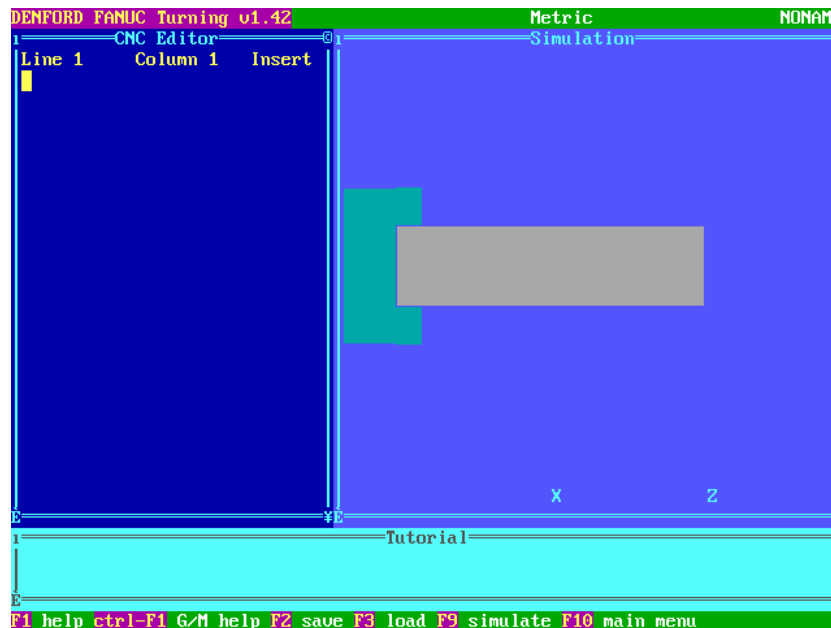
En este capitulo aprenderemos a utilizar el simulador denford versión 1.42 para tornos CNC con control Fanuc. Este sistema se denomina “Fanuc Offline Software” que significa programación fuera de línea. en la capacitación es una herramienta bastante útil enfocada principalmente a la formación de programadores y usuarios de maquinas CNC a nivel industrial.

En este sistema se podrán programar y simular el maquinado de piezas mecánicas fuera de una maquina real de CNC de tal manera que se tendrá un alto porcentaje de seguridad en el programa y sobretodo asegurara que se tendrán mínimos errores antes de ser llevado a la maquina ahorrando con esto tiempo de maquina, material desperdiciado, probabilidad de coaliciones y fallas que se podrán eliminar de manera mas rápida directamente en la maquina

Cabe señalar que este programa esta basado en el sistema MSDOS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

A continuación se describe en forma general la pantalla o escritorio del software simulador para tornos de CNC:



DENFORD FANUC TURNING v1.42: Simulador de torno version 1.42

Metric: Unidades de trabajo, existen 2 opciones:

Metric: milímetros.

Imperial: pulgadas.

NONAME: Nombre del archivo en el que se esta trabajando. Es importante que el nombre del archivo tenga como máximo ocho caracteres alfanuméricos, no se incluyen espacios ni otro carácter.

CNC Editor: Es el editor de textos en el cual se escriben todos los programas.

LINE 1: Se registra el numero de líneas para facilidad del usuario.

COLUMN 1: Se contabiliza el numero de columnas de acuerdo al recorrido del cursor, el usuario puede visualizar el párrafo mas amplio.

OPCIÓN OVERWRITE: Modo de escritura de sobrescribir (overwrite) es decir, que cuando se esta escribiendo se borra todo lo que esta al lado del cursor, se activa presionando la tecla insert.

Simulation: Es la zona grafica donde se visualiza la simulación del programa, es decir, el usuario observa el maquinado con su respectiva herramienta simultáneamente junto con el contenido o texto del programa.

Tutorial: Es un cuadro en donde aparecen mensajes o instrucciones que el operador realiza en el programa. Es usuario deberá conocer los siguientes símbolos para que en su debido momento pueda utilizarlos:

! Aparece el mensaje programado pero sin parar la simulación del mismo.

? Aparece el mensaje pero haciendo una pausa en la simulación del programa restaurando la simulación por medio de la tecla enter.

4.3 FUNCIONES

4.2.1 F1 Help: Por medio de esta tecla se consigue la ayuda del software editado en el idioma inglés. Dentro de esta ayuda se encuentran las siguientes funciones rápidas mediante las siguientes operaciones del teclado:

EN EL MODO DE EDICIÓN DEL PROGRAMA:

4.2.2 FLECHAS DEL TECLADO: Se utilizan para mover el cursor a través del programa escrito (el mouse es inoperante debido a que el software trabaja en sistema MS-DOS)

TECLA Supr (Del): Se utiliza para borrar caracteres a la derecha del cursor.

TECLA Flecha de retroceso: Se utiliza para borrar caracteres a la izquierda del cursor.

Tecla Insert: Cambia las siguientes opciones de escritura:

- **OPCIÓN INSERT:** Modo de escritura de insertar (insert) es decir, que cuando se está escribiendo se visualiza el texto o programa escrito.
- **OPCIÓN OVERWRITE:** Modo de escritura de sobrescribir (overwrite) es decir, que cuando se está escribiendo se borra todo lo que está al lado del cursor.

Tecla Inicio: Mueve el cursor al inicio de la línea de la escritura del programa.

Tecla Fin: Mueve el cursor al final de la línea de la escritura del programa.

Tecla Re pag: Retrocede una página de la línea de la escritura del programa.

Tecla Av pag: Avanza una página de la línea de la escritura del programa.

Teclas ctrl. + Av pag: El cursor se desplaza a la primera línea de la escritura del programa.

Teclas ctrl. + Re pag: El cursor se desplaza a la última línea de la escritura del programa.

Teclas ctrl. + Y: Borra o elimina toda una línea de la escritura del programa del cursor en posición.

Tecla **F7**: Selecciona el inicio del área a marcar, usando las flechas del teclado para desplazar el cursor.

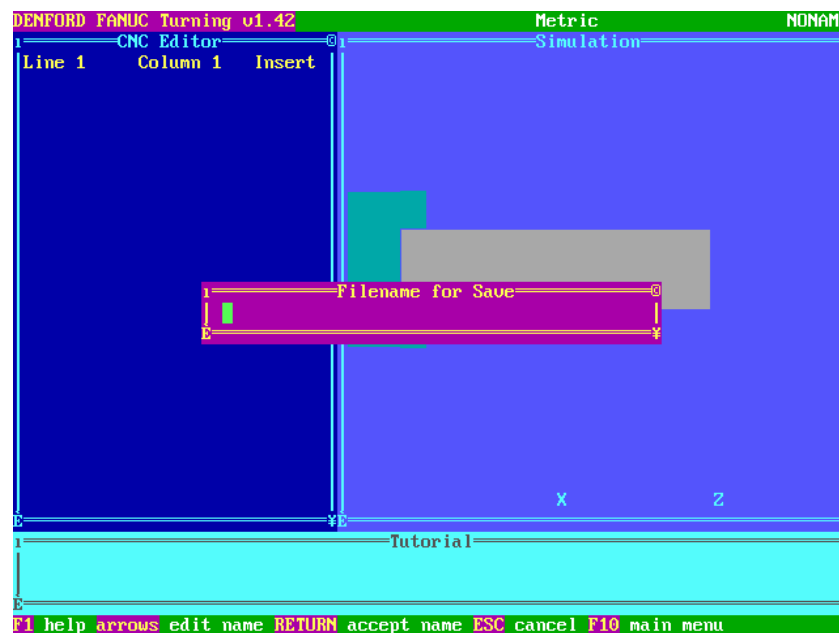
Tecla **F8**: Selecciona el fin del área marcada, usando las flechas del teclado para desplazar el cursor.

Teclas **Alt + M**: Mueve o desplaza toda el área marcada a la posición del cursor.

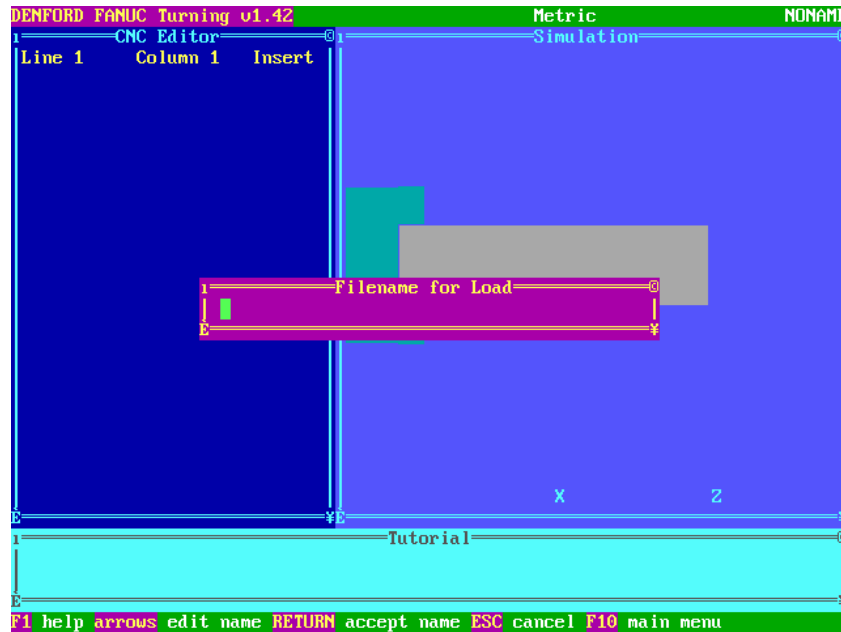
Teclas **Alt + C**: Copia el área marcada a la posición del cursor.

ctrl. + F1 G/M Help : Función para seleccionar la ayuda en los códigos “G” y códigos “M” del programa (editados en ingles)

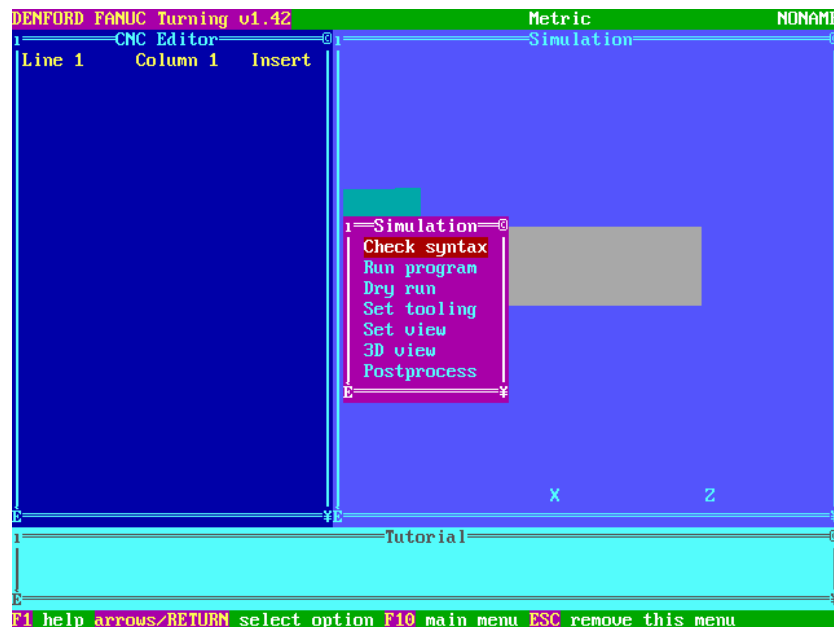
4.2.3 F2 (save): Grava los cambios realizados en la escritura del programa (los cambios los podrá realizar tanto en el disco duro como el en disco de 3 ½”).



4.2.4 F3 (load): Llama o carga los programas que están grabados en el disco duro o en el disco de 3 ½”.



4.2.5 F9 (simulation): Se utiliza para simular el programa en sus diferentes opciones, las cuales son:

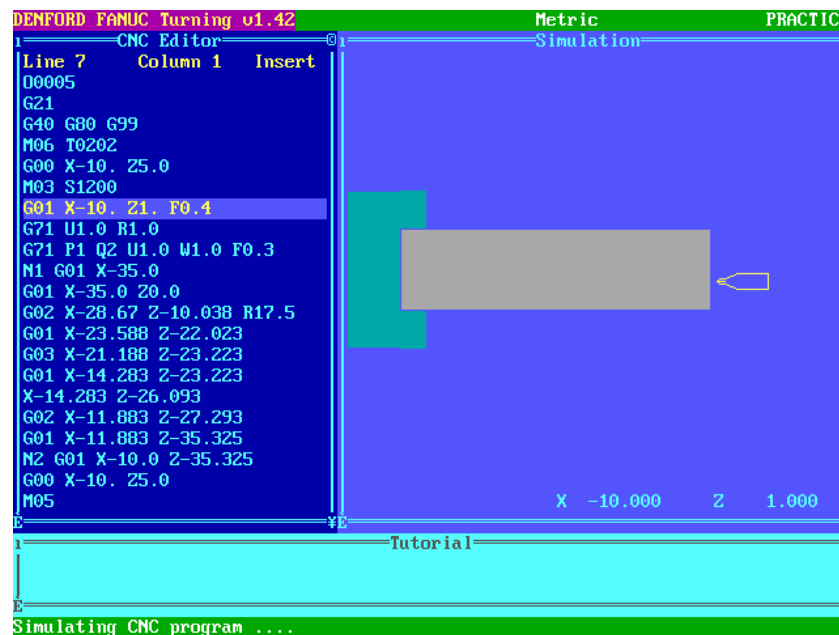


- **Check Syntax:** Esta opción solo revisa la sintaxis del programa, es decir, detecta y señala un error de escritura y que puede ser alguna equivocación frecuente como: confundir letras con números o viceversa, la letra "O" con el número "0", el

numero 1 por la letra I, la falta de un comando, teclear dos puntos seguidos por ejemplo 8..11, etc.

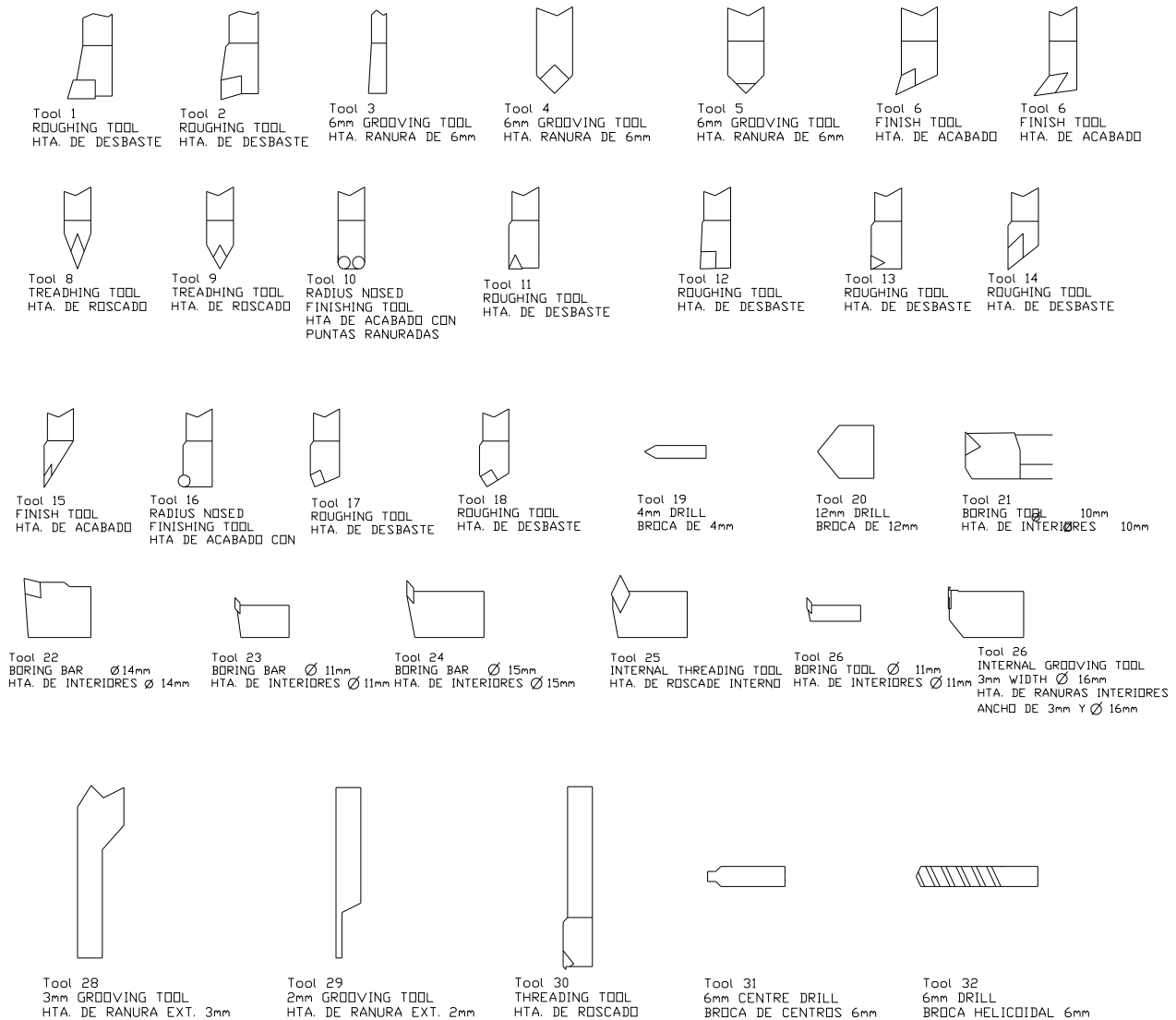
El usuario deberá corregir estas anomalías par que el software detecte y avise que el programa de CNC esta ok. (solo de escritura).

- **Run Program:** De acuerdo al programa escrito por el usuario, con esta opción se corre o simula el programa y en la zona de simulación aparece la imagen de herramienta y pieza de trabajo seleccionada, con maquinado en simulación.



- **Dry Run:** Esta opción se utiliza para una rápida simulación, solamente del programa pero no de movimientos ni de imágenes, por lo tanto, solo se utiliza para detectar fallas y errores en los programas.
- **Set Tooling:** Se utiliza par ajustar la forma de las herramientas tanto externas como internas de acuerdo a su uso en que fueron programas, función en forma parecida a la de un almacén de herramientas donde el operario pide la forma de la herramienta deseada y la monta en la torreta en la posición programada.

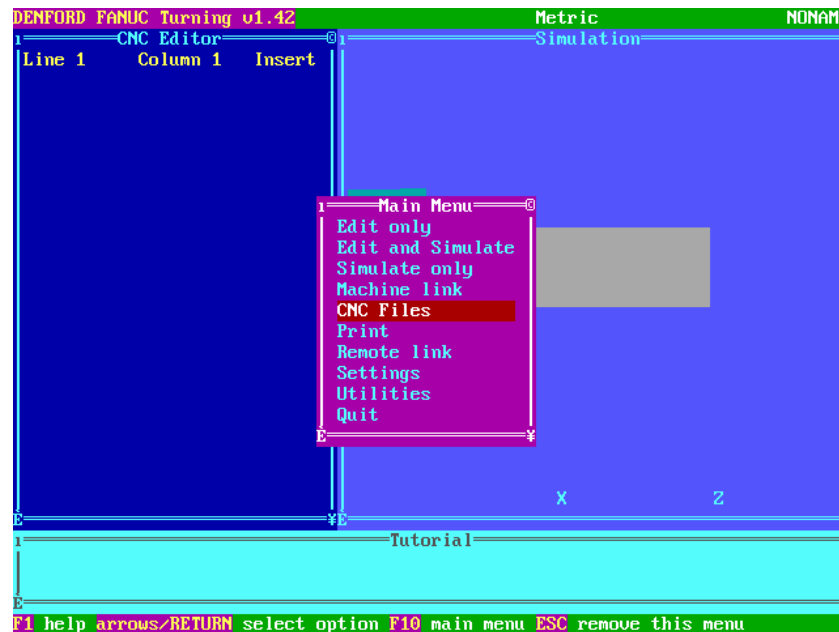
A continuación se enlistan las herramientas que el software tiene cargadas, el usuario se familiarizara solamente con la simulación y forma de estas, debido a que en el maquinado real se tendrán herramientas diferentes pero que realizaran el mismo trabajo de la simulación.



- **Set View:** Se utiliza para realizar acercamientos a las zonas de trabajo que el usuario desee de acuerdo a la amplitud de la vista. Solamente se tienen 4 acercamientos que el usuario deberá familiarizar activando estas opciones con la tecla espaciadora del teclado.
- **3D View:** Al termino de la simulación del programa es software proporciona al usuario la opción de una vista en tres dimensiones (vista isométrica de una pieza cilíndrica). Mediante esta vista se tienen otras acciones que el usuario podrá activar para una mejor visión y comprensión detallada de su pieza de trabajo, ya terminada. Las cuales son:
 - **Flechas del teclado:** Por medio de las cuales se podrá mover la flecha de color azul claro a una determinada posición a lo largo de la imagen de tres dimensiones para visualizar simultáneamente el perfil interno u externo.

- **Tecla Av pag:** Cuando la flecha azul se encuentra en la posición deseada al oprimir esta tecla, se presenta la imagen frontal isométrica de la sección transversal de esa posición (parecida al corte de un pastel).
- **Tecla Re pag:** Se cambia la imagen isométrica en posición inversa como si se visualizara la parte trasera con un corte seccionado.

4.2.6 F10 (main menu): Se utiliza para activar el menú principal del software y sus diferentes opciones son:

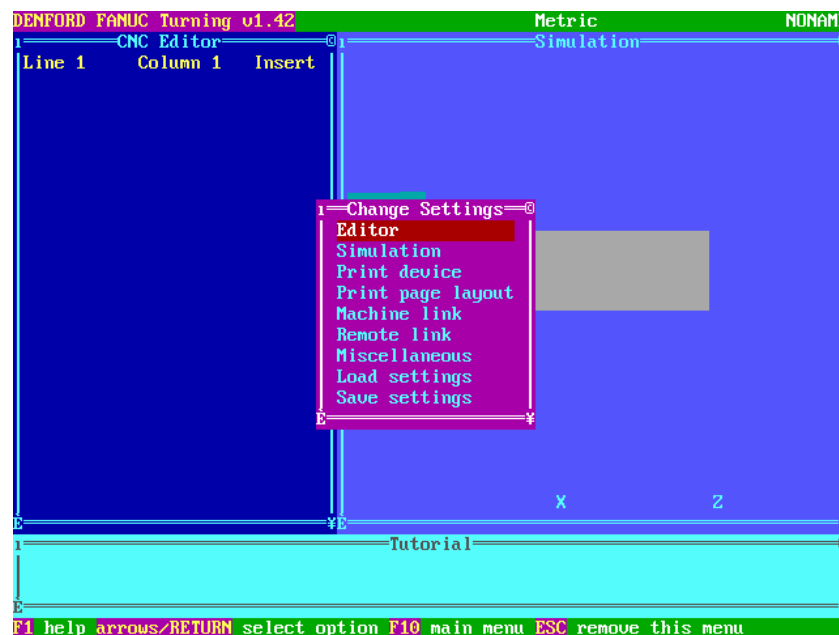


- **Edit only:** Cuando el usuario selecciona esta opción el software presenta toda la pantalla como editor de textos y el área de simulación no aparece, esta opción se recomienda solamente para la escritura y para la revisión de sintaxis del mismo.
- **Edit and simulate:** La pantalla aparece en forma de zonas con recuadros (es la presentación original al entrar al software) donde se presenta el área de edición del programa, simulación del programa, áreas de información y de teclado de funciones rápidas.
- **Simulate:** Cuando el usuario selecciona esta opción el software presenta toda la pantalla como el área de la simulación del programa sin visualizar el área del texto o escritura del programa, esta opción se recomienda solamente para visualizar la forma en que se simula el maquinado de la pieza, así como su presentación en tres dimensiones o en su representación en forma isométrica.

- **Machine link:** Mediante esta opción el usuario podrá transmitir o recibir programas de la maquina de CNC a la computadora o viceversa a través de una comunicación serial con conexión mediante un puerto RS232 instalado en la maquina de CNC (puerto de 25 pines hembra) y el puerto serial de la computadora (puerto serial que puede ser de 9 pines macho o de 25 pines macho). Cuando el usuario selecciona esta fusión se presentan dos opciones de la comunicación:
 - **Receive from machine:** Con esta opción el usuario esta habilitado para realizar una comunicación con el fin de recibir o bajar programas contenidos en la maquina de CNC a la computadora.
 - **Transmite to machine:** Con esta opción el usuario esta habilitado para realizar una comunicación con el fin de transmitir o subir programas contenidos en la computadora a la maquina de CNC.
- **CNC files:** En esta opción se presenta un completo sistema de organización de archivos o programas que el usuario deberá familiarizar para tener un completo orden de sus archivos ya sea en disco duro o en disco de 3 ½" (esta software esta diseñado para un sistema ms-dos y por lo tanto no reconoce un disco compacto o compact disk). A continuación se explicara en forma general daca una de las funciones de esta opción:
 - **Load:** Con esta opción el usurario podra cargar u programa grabado en el disco duro o disco de 3 ½" con su respectivo directorio. La tecla F3 es una función rapida para realizar esta función. Se deberá tener especial cuidado que no tenga algun programa activado en el momento de cargar otro programa porque de lo contrario el software preguntara si desea o no fusionar los dos programas.
 - **New:** Se utilizara para crear o realizar un nuevo programa. Se debe tener atención cuando exista un programa el momento de seleccionar esta opción, el programa actual se cierra cuando han sido grabados sus recientes cambios en caso contrario se preguntara si desea grabar o no los cambios realizados antes de cerrar dicho programa.
 - **Save:** Con esta opción el usuario podrá gravar o salvar un programa en el disco duro o de 3 ½" con su respectivo directorio. La tecla F2 es una función rápida para realizar esta función.
 - **Save as:** Con esta opción el usuario podra hacer una copia del programa activado es ese momento con diferente nombre y/o diferente directorio ya sea en el disco duro o de 3 ½".
 - **Change dir:** Tiene como función cambiar el directorio actual del disco duro y del de 3 ½", se recomienda no tener mas de dos directorios diferentes **dentro de los discos.**
- **Print:** Se utiliza para realizar una impresión del programa activado en ese momento. Cabe mencionar e insistir que como es un software basado en un sistema ms-dos, las impresoras actuales no son compatibles para imprimir bajo este sistema obsoleto, se recomienda que el programa se abra con otro software

de windows 95, 96 o posteriores, tales como word pad o Microsoft word, sin alterar los formatos originales del software del simulador.

- **Remote link:** Se utiliza para enviar o recibir información de un aparato remoto como por ejemplo, una lectora de cintas perforadoras o de controladores independientes. Funciona similarmente a la opción de “machine link” al igual que las conexiones hembra –macho y de los puertos seriales explicados en esa función. Cuando el usuario selecciona esta función se presentan dos opciones de la comunicación:
 - **Load from device:** Con esta opción el usuario esta habilitado para realizar una comunicación con el fin de recibir o bajar programas contenidos en el aparato remoto a la computadora.
 - **Send to device:** Con esta opción el usuario esta habilitado para realizar una comunicación con el fin de transmitir o subir programas contenidos en la computadora al aparato remoto.
- **Settings:** Existen en esta opción diferentes formas de ajustes o configuraciones de cada una de las funciones u opciones explicadas anteriormente a conveniencia del usuario permitiéndole grabar o salvar dichos ajustes con otros archivos mediante extensiones.



4.2.7 Change settings: Contiene las siguientes opciones de configuración a la opción del editor.

- **Auto-error-check:**

Yes: Mediante la tecla enter activa la descripción de errores en la programación y en la sintaxis.

No: Mediante la tecla enter desactiva la descripción de errores en la programación y en la sintaxis.

- **Marking mode:**

Anchor: Mediante la tecla enter activa el marcado o seleccionado del texto del programa en forma de línea por línea.

Drag: Mediante la tecla enter activa el marcado o seleccionado del texto del programa en forma de arrastre del cursor.

- **Edit only mode:**

Text: Mediante la tecla enter activa solamente la pantalla en forma completa del área de texto del programa.

Grphics: Mediante la tecla enter activa solamente la pantalla en forma completa del área de simulación del programa.

- **Edit on left:**

Yes: Mediante la tecla enter activa el área de texto a la izquierda de la pantalla.

No: Mediante la tecla enter activa el área de texto a la derecha de la pantalla.

- **Line split on CR/EOB:**

Yes: Mediante la tecla enter activa la partición de la línea de texto del programa de acuerdo a la posición del cursor dejando el contenido de la izquierda del cursor en su posición original mientras que el contenido a la derecha del cursor la desplaza a la siguiente línea del programa.

No: Mediante la tecla enter desactiva la partición de la línea de texto del programa.

4.2.8 Change simulation settings: Contiene las siguientes opciones de configuración a la opción de simulación.

- **Simulation window:**

Normal: Mediante la tecla enter activa el área de simulación en tamaño normal.

Wide: Mediante la tecla enter activa el área de simulación en tamaño amplio.

- **Show 3D:**

Yes: Mediante la tecla enter activa la imagen y movimiento del maquinado de tres dimensiones o isométrico desde el principio de la simulación.

No: Mediante la tecla enter desactiva la imagen de tres dimensiones o isométrico.

- **Display fast-traverses:**

Yes: Mediante la tecla enter activa la representación de desplazamientos rápidos de la herramienta en forma de líneas punteadas y de los desplazamientos lentos en línea continua.

No: Mediante la tecla enter desactiva la representación de desplazamientos de la herramienta.

- **Tool motion:**

Yes: Mediante la tecla enter activa la imagen y movimiento de la herramienta de corte durante la simulación del programa.

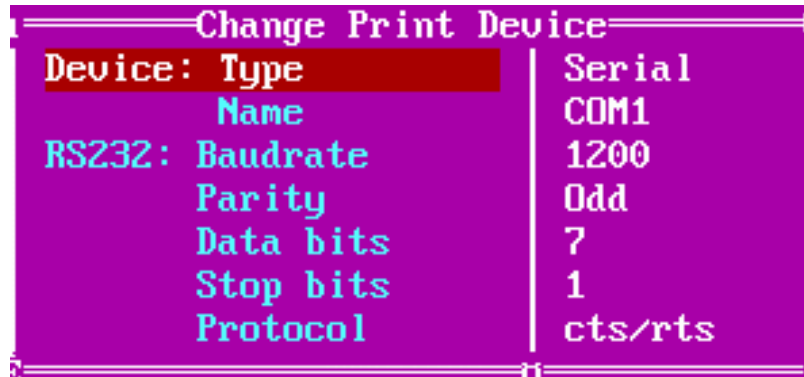
No: Mediante la tecla enter desactiva la imagen y movimiento de la herramienta de corte durante la simulación del programa.

4.2.9 Change print device: Contiene las 3 siguientes opciones o modos de configuración a la opción de print device:

Device: Type	File
Name	
RS232: Baudrate	
Parity	
Data bits	
Stop bits	
Protocol	

- **File:** Mediante la tecla enter activa la opción para grabar los datos de la impresión y la impresión misma en formatos de archivos con extensión LST, ya sea en disco duro o en disco de 3 ½”.

- Dos device: Mediante la tecla enter activa la opción de imprimir en impresoras obsoletas que soportan solamente el sistema MS-DOS conectadas solamente en el puerto paralelo.

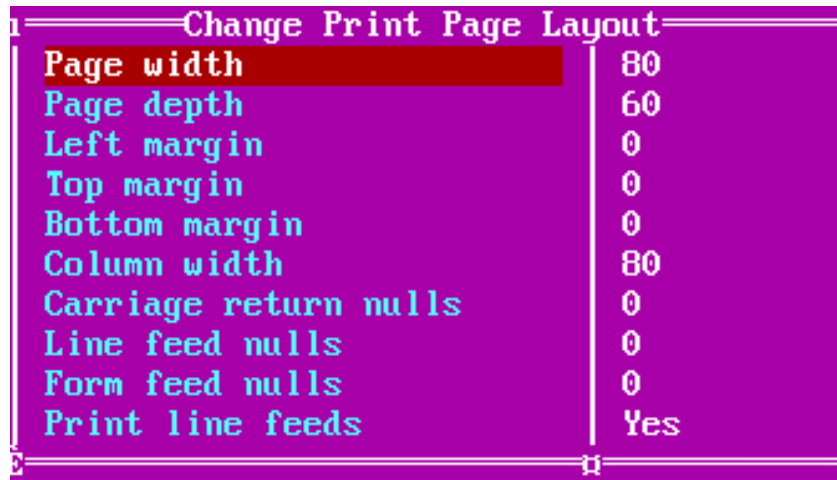


- Serial: Mediante la tecla enter activa la opción de imprimir en impresoras obsoletas conectadas al puerto serial y que requerirán de los siguientes ajustes para la comunicación serial entre la computadora y la impresora.

Name	COM1	COM2
Baudrate	110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 115200	
Parity	None, Odd, Even	
Data bits	7, 8	
Stop bits	1, 2	
Protocol	None, Cts/rts, Xon/xoff	

4.2.10 Change print page layout: Solo para impresoras obsoletas que sean compatibles con el sistema MS-DOS.

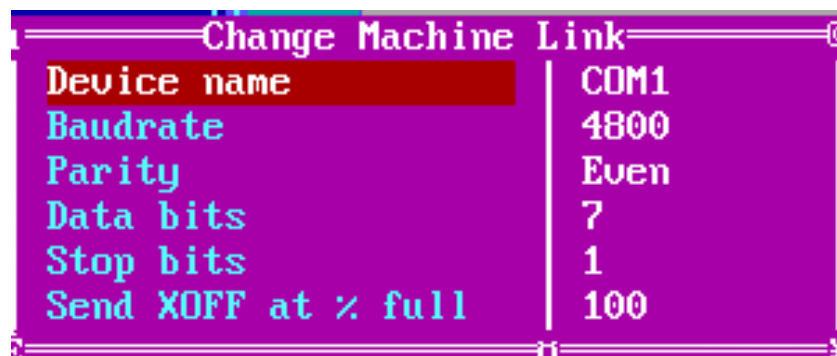
Mediante esta opción el usuario podrá personalizar o ajustar la distribución de espacios de la hoja a imprimir (page lay-out) de tal manera que deberá intentar con diferentes valores indicados en la siguiente figura hasta lograr una impresión correcta con valores encontrados para después grabarlos en una forma que posteriormente se indicara en la sección “load settings” y “save settings”.



4.2.11 Change machine link: Se utilizara básicamente para maquinas de CNC control FANUC.

Con esta opción el usuario podra ajustar valores para lograr la comunicación entre computadora y maquina de CNC a través del puerto serial. Para lograr esto es necesario que el usuario conozca los valores y la forma de ajustarlos en las maquinas de CNC que tenga a su cargo.

En conclusión para lograr una comunicación correcta el usuario deberá igualar los valores de la maquina CNC con los valores de la computadora de acuerdo a las siguientes opciones.



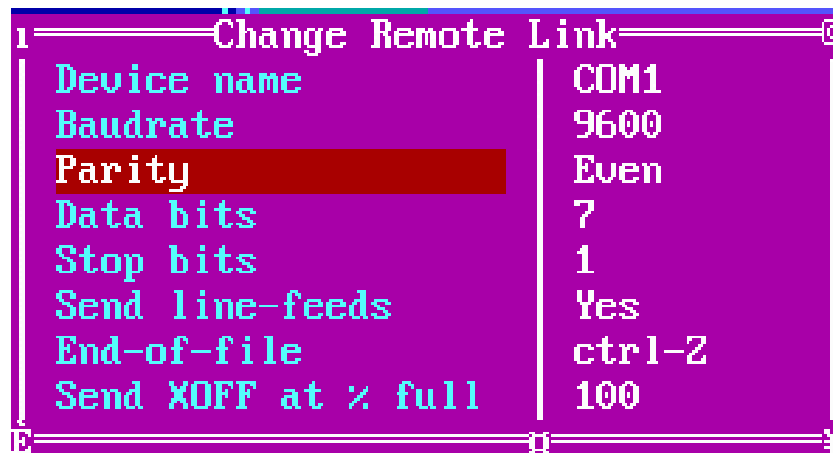
Device Name	COM1	COM2
Baudrate	110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 115200	
Parity	None, Odd, Even	
Data bits	7, 8	
Stop bits	1, 2	

Send XOFF at % (ajuste variable)
full

4.2.12 Change remote link: Se utilizara básicamente para controladores o equipos de comunicación compatibles con control fanuc.

Con esta opción el usuario podrá ajustar valores para lograr la comunicación entre computadora y equipos diferentes a través del puerto serial. Para lograr esto es necesario que el usuario conozca los valores y la forma de ajustarlos en los controladores y equipos diferentes que tenga a su cargo.

En conclusión para lograr una comunicación correcta el usuario deberá igualar los valores de los controladores y equipos diferentes con los valores de la computadora de acuerdo a las siguientes opciones.



Device Name	COM1	COM2
Baudrate	110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 115200	
Parity	None, Odd, Even	
Data bits	7, 8	
Stop bits	1, 2	
Send line-feeds	Yes No	
End-of-file	Ctrl-(ajuste variable)	
Send XOFF at % full	(ajuste variable)	

4.2.13 Change miscellaneous: Contiene las siguientes opciones de configuración a la opción de miscellaneous.

- Global units

Metric: Mediante la tecla enter activa las unidades a trabajas en milímetros.

Imperial: Mediante la tecla enter acrive las unidades a trabajas en pulgadas.

- User's Name

El usuario podra ajustar este valor de acuerdo a su conveniencia y servira para personalizar el nombre de su copania o el nombre propio con el fin de que en todas las impresiones aparezca este enunciado.

- Screen text size:

Large: Mediante la tecla enter activa la zona de texto aumentándola a 45 líneas de escritura en la pantalla.

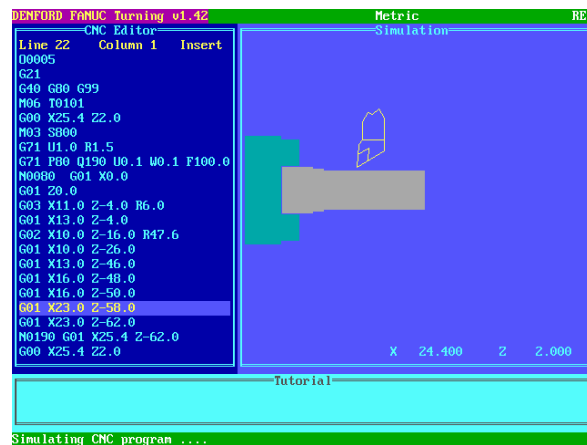
4.4 EJEMPLO DE SIMULACION DE PROGRAMA

4.4.1 PIEZA: REY

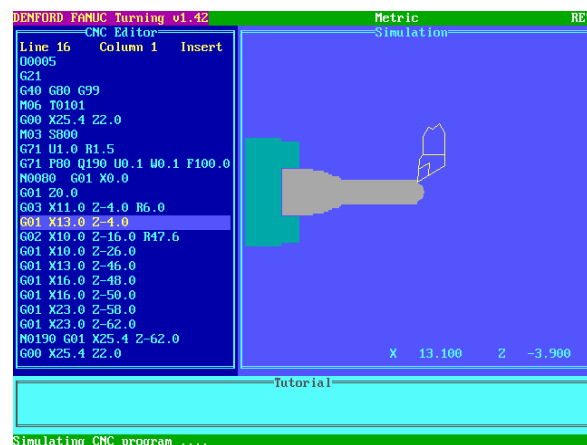
1.- Se pulsa F10 seleccionando la opción CNC files, dentro de las opciones de CNC files, se selecciona la de: load y se llama el programa ya sea de la unidad a o c, dependiendo de donde se tenga guardado.

2.- Una vez seleccionado el programa a simular, se pulsa F9 y dentro de sus opciones se selecciona Run Program y el simulador empezará a realizar la simulación del programa.

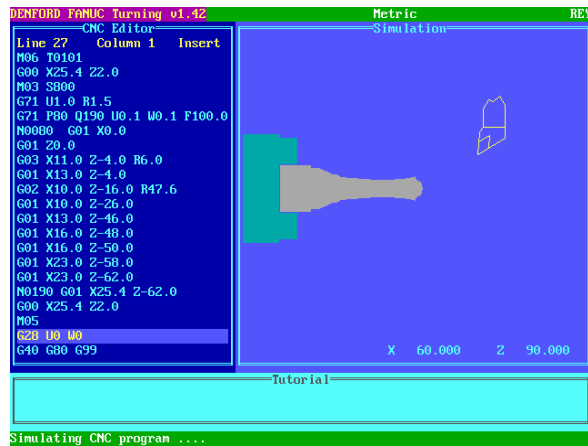
a. Inicio de la simulación del programa:



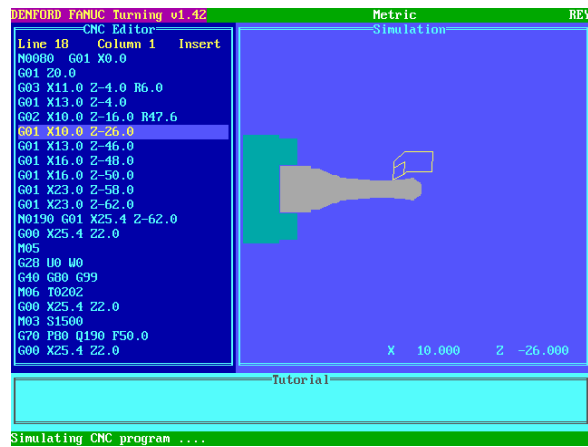
b. Parte media de la simulación:



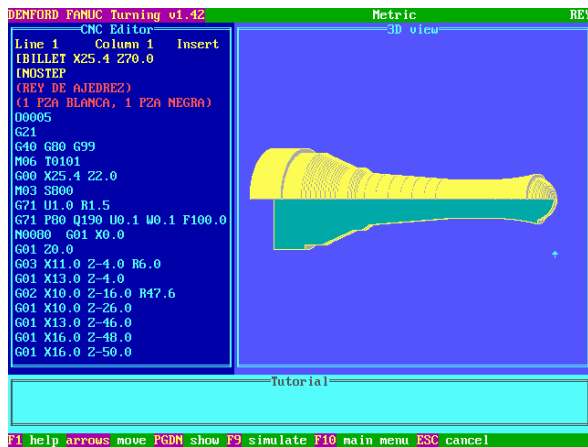
c. Cambio de herramienta, para realizar el acabado:



d. Realización del acabado:



e. Vista en 3D de la pieza simulada:



CAPITULO V CENTRO DE TORNEADO CYCLONE FANUC

INTRODUCCIÓN

El maquinado es un proceso de manufactura en el cual la geometría del producto o pieza de trabajo es cambiada por la acción de remover el exceso de material. Esta eliminación de material se efectúa mediante el movimiento relativo entre la pieza de trabajo y una herramienta de corte. El material de trabajo gira mientras la herramienta de corte se desplaza removiendo material en forma de rebabas.

El torneado se emplea para manufacturar todo tipo de piezas de revolución cilíndricas eliminando material en forma de rebabas con una herramienta de corte. En general se deben tomar en cuenta tres parámetros para obtener el producto de manera satisfactoria, la profundidad de corte, el avance del cortador, y la velocidad del husillo.

5.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINA



Diámetro máximo de torneado 75 mm
Longitud máxima a maquinar 210 mm
Rango de velocidad del husillo
Desplazamiento en el eje X 94 mm
Desplazamiento en el eje Z 210 mm
Velocidad del husillo 30 a 5000 RPM
Potencia del husillo 3HP
Torreta de cambio automático de 6 estaciones

BOTON ROJO

Se utiliza para apagar el control del sistema

PERILLA OVERRIDE (% TRAVERSE FEED)

Perilla de porcentaje de movimiento que va de 0 a 150% consiste en variar todos los avances programados y posicionamientos en porcentajes ya sea al ejecutar programas o en movimientos manuales mediante las teclas JOG, INC JOG, cuando la perilla se encuentra en la posición cero no existe movimiento alguno en la maquina y si se encuentra en el valor de 150 significa que aumentara la velocidad en un 150% mas sobre el avance programado

EMERGENCY STOP (PARO DE EMERGENCIA)

Si se presiona el botón rojo **EMERGENCY STOP** localizado en el panel del operador la maquina se detendrá inmediatamente este botón permanecerá presionado y para regresarlo a la posición normal es necesario girar el botón hacia la derecha en sentido de la flecha con la leyenda reset.

BOTON NARANJA

En modo manual se utiliza para abrir ó cerrar la puerta

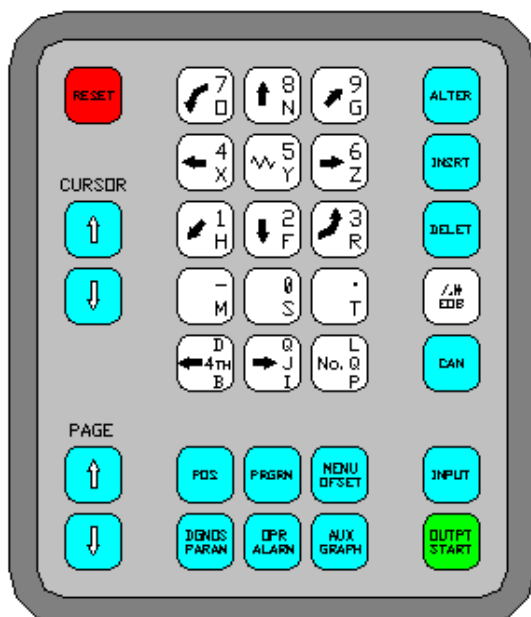
PERILLA DE CAMBIO 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Selecciona el numero de la estación o herramienta localizada en la torreta de acuerdo a la decisión del operador

BOTON VERDE

De acuerdo a la posición de la perilla de cambio al oprimir este botón se acciona en forma manual el cambio de herramienta o estación en la torreta

5.3.3 TECLADO DE PROGRAMACIÓN



TECLA RESET:

Se utiliza para cancelar funciones de trabajo, funcionamiento de la maquina cuando esta en marcha automática o en marcha manual

TECLAS ALFANUMERICAS

Estas teclas presentan doble opción una de las cuales es revisar en la pantalla la información que se esta introduciendo en ese momento

TECLAS DE CURSOR

Tienen como función mover el cursor en la pantalla el cursor se mueve de comando en comando

TECLAS DE PAGE

Tienen como función mover la pagina en la pantalla el cursor se mueve de pagina en pagina

TECLA ALTER

En el modo de grabación de programa altera un comando escrito en la pantalla por el comando señalado con el cursor

TECLA INSRT

Inserta o graba comandos conforme el usuario escriba el programa y siempre lo realiza delante del cursor nunca detrás del cursor

TECLA DELET

Borra todo el comando de acuerdo a la señalización y posición del cursor

TECLA /,#EOB

Solamente escribe el fin de bloque de cada línea de programa generalmente con el símbolo (;)

TECLA CAN

Cancela la escritura antes de insertar el comando en el programa

TECLA INPUT

Se utiliza en dos formas en modo de grabación de programas se utiliza para grabar programas de una computadora a la maquina en forma automática.

En modo MDI se utiliza para dar entrada al comando de ejecución en ese momento

TECLA OUTPT START

En modo de grabación de programas se utiliza para grabar programas de la maquina a una computadora en forma automática

TECLA POS

Presenta en la pantalla las posiciones actuales de la torreta y/o herramienta en este caso el cero de la maquina, la posición absoluta, posición relativa, y distancia a recorrer (solamente en modo automático)

TECLA PRGRM

La tecla PROGRAM elige el modo de funcionamiento de edición, grabación, modificación de programas

TECLA MENÚ OFFSET

Presenta la tabla de offset o mediciones de las herramientas en los ejes X, Z así como los valores del cero de programa (WORK SHIFT)

TECLA DGNOS PARAM

Presenta una lista de valores para diagnostico y una lista de valores de parámetros de funcionamiento de la maquina (uso exclusivo para mantenimiento de la maquina)

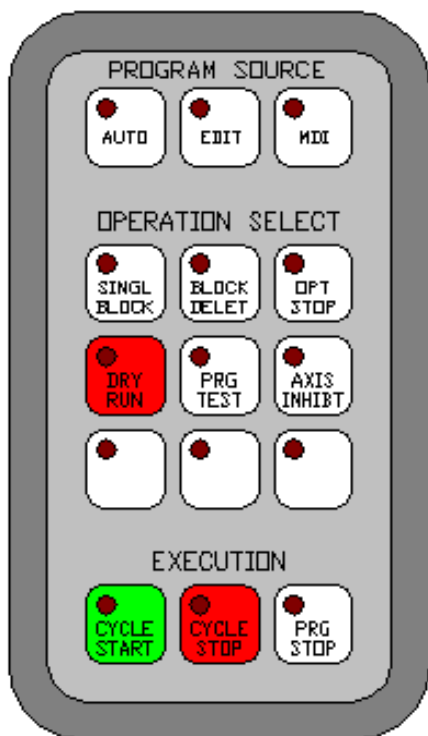
TECLA OPR ALARM

Visualiza mensajes al operador y mensajes de alarma de la maquina al momento de trabajar el programa

TECLA AUX GRAPH

Para uso solamente de pantalla graficadora (no existe esta opción en estas maquinas)

5.3.4 TECLADO DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA



TECLA AUTO

Selecciona el modo de trabajo en forma automática

TECLA EDIT

Esta función se usa para editar el programa que se encuentra en la memoria del control y desplegarlo en la pantalla para poder hacer correcciones borrar programas o crear programas nuevos también en esta función se encuentran consideradas las opciones de editar el menú general de programas cargados en memoria y de subprogramas

TECLA MDI

La función MDI (Manual Data Input) sirve para introducir información directa a la memoria de la maquina a fin de ejecutar un renglón de programa desde el teclado del control el control entonces solo ejecutara el renglón tecleado esta función es útil para el maquinado de una sola pieza ya que seria mas laborioso desarrollar el programa y cargarlo que ir maquinando la pieza por renglón tecleado

TECLA SINGL BLOCK

Esta función produce que el programa se ejecute renglón por renglón a fin de ir checando la ejecución correcta de cada línea del programa.

TECLA BLOCK DELET

Se activa el modo de operación automática en forma de saltos de bloque. Todos los bloques que contengan el símbolo "/" la maquina los ignorara

TECLA OPT STOP

Se desactiva el modo de operación automática cada vez que la maquina lea el comando M01 ó M1. se utiliza principalmente para probar el programa y para checar las medidas de las piezas

TECLA DRY RUN

Esta función es también auxiliar para el chequeo de un programa cuando es corrido por primera vez se activa el modo de funcionamiento de corrida en vacío es decir que sin material la maquina estará lista para probar el programa con una velocidad mayor que la programada.

TECLA PRG TEST

Se activa para probar el programa junto con la tecla DRY RUN

TECLA AXIS INHIBT

Desactiva los movimientos de los ejes pero en la pantalla se visualiza que el programa trabaja en forma manual se utiliza principalmente para que aparezcan alarmas y corregirlas

TECLA CYCLE START

Se utiliza para arrancar el programa en el modo de funcionamiento que el usuario decida

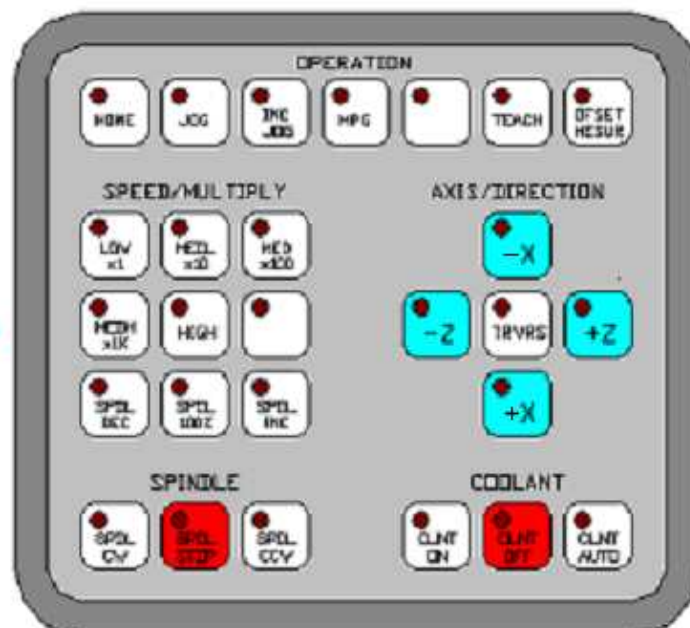
TECLA CYCLE STOP

Se utiliza para detener el programa en caso de tener ciclos de trabajo en el momento en que el usuario decida

TECLA PRG STOP

Se utiliza para detener el programa en el modo de funcionamiento que el usuario decida

5.3.5 TECLADO DE OPERACIÓN MANUAL



TECLA HOME

Rutina automática para enviar los ejes a su cero de maquina y registrar su inicio de arranque

TECLA JOG

El modo JOG se utiliza para mover la herramienta a una velocidad controlada por la perilla OVERRIDE es un modo de operación manual para movimientos rápidos requeridos por el usuario

TECLA INC JOG

Se utiliza cuando se desean realizar movimientos de mayor precisión con el cual se pueden realizar movimientos incrementales de 0.1, 0.01, ó 0.001 de milímetro o pulgada según el modo en que se este utilizando la maquina

TECLA MPG

La función MPG (Manual Pulse Generator) no esta disponible en el torno es decir esta inhabilitada

TECLA TEACH

Durante el registro de programas se pueden realizar entradas de posiciones actuales de la maquina (no es muy usual esta función)

OFFSET MESUR

Registra posiciones actuales en la medición de las herramientas dentro de una tabla de acceso para cada herramienta

TECLAS LOW x1, MEDL x10, MED x100, MED x1k

Son teclas multiplicadoras de desplazamientos por incrementos que son activados cuando la tecla INC JOG esta activada

TECLA HIGH

Es para incrementos más rápidos. Casi no tiene uso

TECLAS +X, -X, +Z, -Z

Son teclas para realizar movimientos en los ejes X, Z en sentido positivo y negativo su velocidad controlada esta en función de las activaciones de las teclas JOG, INC JOG

TECLA TRVRS

En combinación con las teclas de movimiento de los ejes es posible tener velocidades mas rápidas pero se debe tener cuidado al utilizarlas ya que la cercanía de la torreta y las herramientas con la pieza de trabajo y el chuck pueden producir golpes severos a la maquina

TECLA SPDL CW

Gira el husillo en forma manual en sentido horario

TECLA SPDL STOP

Para el husillo en forma manual

TECLA SPDL CCW

Gira el husillo en forma manual en sentido antihorario

TECLA CLNT ON

Encendido del refrigerante o soluble en forma manual

TECLA CLNT OFF

Apagado del refrigerante o soluble en forma manual

TECLA CLNT AUTO

Encendido del refrigerante o soluble en forma automática de acuerdo al programa

5.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

- No colocar objetos arriba o alrededor de la maquina que puedan interferir con la operación de la misma.
- Seguir paso a paso el procedimiento de encendido de la maquina.
- Nunca tratar de remover las herramientas u otro elemento cuando la maquina este ejecutando un programa.
- Antes de poner a funcionar el husillo verifique que la pieza de trabajo este bien sujeta al chuck especialmente cuando la pieza sea muy pesada y trabaje a altas velocidades de giro.
- Solamente opere la maquina después de haber cerrado la puerta.
- Siempre que vaya a realizar un cambio automático de herramienta mande primero el carrusel a HOME
- Si tiene algún problema con los movimientos de los ejes o aparece un mensaje de alarma, consulte a su instructor inmediatamente. No trate de resolver el problema solo, con la ayuda de su instructor se tomará una solución mas adecuada.
- En caso de una emergencia y su instructor no se encuentre cerca, presiona el botón de " EMERGENCY STOP " localizado en el panel del operador, que al presionarlo la maquina se detendrá inmediatamente.
- Cuando limpie la maquina asegurese de que esta se encuentre apagada.

nota: el uso inadecuado del equipo puede causar la perdida completa de la memoria interna en caso de tener alguna duda sobre el funcionamiento de la maquina o tener algún problema con ella por favor pregunte a cualquiera de los asesores

5.5 ENCENDIDO DEL TORNO

1. Asegurarse que la válvula de paso de aire de la maquina se encuentre en línea. Y verificar que el manómetro que se encuentra del lado derecho de la maquina

- (vista desde la parte frontal) indique una presión de entre 90 a 100 psi. De lo contrario ajustar su valor mediante sus válvulas
2. revisar el nivel máximo y mínimo de aceite lubricante para las guías de los ejes comercialmente deberá ser aceite móvil vactra
 3. revisar que la llave auxiliar para el encendido y funcionamiento del control (proporcionado por el instructor) se encuentre colocado en su lugar
 4. revisar la conexión del pedal para la apertura del ☐heck o mandril neumático en forma manual
 5. En la parte posterior de la maquina se encuentra el transformador de energización, con la perilla que se encuentra en la parte posterior del mismo gírelo a la posición de “ ON “ para el encendido.
 6. posteriormente encender el switch de suministro de energía de los controles de la maquina, de igual manera gírelo a la posición de “ ON “ para el encendido.
 7. Presione el botón verde, situado en la parte inferior derecha del panel de control, para encender el monitor de la maquina.
 8. esperar a que la maquina active ventiladores, pantalla, luces interiores, aire, puerta principal, ☐heck,
 9. Después de seguir los pasos anteriores es importante presionar la tecla “POS” para visualizar la tabla de posiciones.
 10. oprimir la tecla PAGE que tiene una flecha hacia abajo hasta que aparezca la pantalla que muestra la posición Absoluta, posición Relativa, posición de Maquina
 11. mandar a la posición home como se describe a continuación

5.6 POSICIÓN HOME

También conocido como punto cero de maquina. Toda maquina de control numérico requiere después de haber sido encendida que se le indique cual es su posición de referencia cero.

El punto de referencia cero es aquel punto seleccionado por el fabricante de la maquina a partir del cual se empezara a contar la distancia recorrida por cada eje.

Para localizar este punto existen procedimientos que implican el movimiento manual de cada eje a una posición central aproximada de su carrera para después ordenar a la maquina el retorno automático a su posición cero oprimiendo la tecla HOME seguida de la tecla +X y después la tecla +Z para lo cual deberá realizar los siguientes pasos:

1. oprimir la tecla JOG localizada en el panel de operación manual (verificar que se encienda la luz roja de la tecla)
2. verificar que la perilla del OVERRIDE este al 100% se puede regular la velocidad que le parezca adecuada al usuario girando la perilla a la izquierda o derecha (no se realizara ningún movimiento si esta perilla esta en cero)
3. oprimir la tecla –X hasta presentar un cambio de dirección, la posición indicada en la pantalla deberá ser aproximadamente -25 para el eje X
4. oprimir la tecla –Z hasta presentar un cambio de dirección. La posición del eje Z indicada en pantalla deberá ser aproximadamente -25

5. Presionar la tecla HOME (verificar que se encienda el led rojo) para moverse al cero de maquina por medio de las teclas de los ejes.
6. siempre oprimir primero la tecla +X solo una vez. Después esperar a que el carro transversal realice su movimiento hasta detenerse al llegar a su posición cero de maquina
7. Después presionar la tecla +Z solo una vez. Y esperar a que el carro longitudinal realice su movimiento hasta detenerse al llegar a su posición cero de maquina
8. para ver la lectura de sus posiciones actuales de los ejes presione la tecla POS
9. presionando la tecla PAG se observaran las tres formas de visualizar posiciones que son posición absoluta, posición relativa, y posición de maquina
10. deberá observarse que en las tres posiciones la lectura de los ejes deberá ser cero

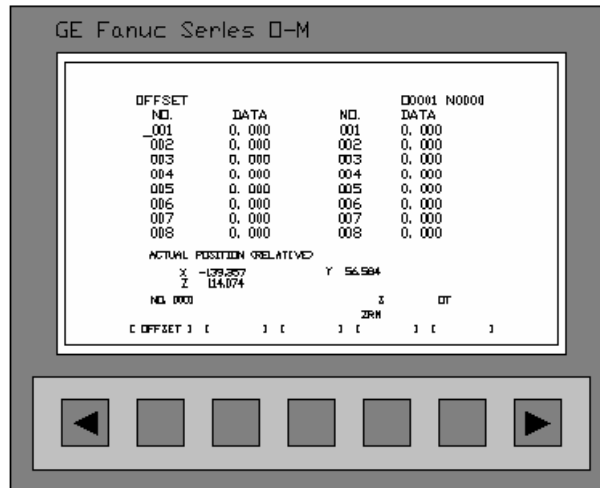
Hechos estos pasos, la maquina se encuentra lista para trabajar manual o automáticamente.

Una vez que la maquina ha sido puesta en su punto de posición cero por medios manuales ya es posible regresar a este mismo punto una vez que se halla movido de el por medio del programa usando el código G28 el cual obliga a los ejes a regresar a su punto cero

5.7 CERO DE PROGRAMA

Para realizarlo es necesario utilizar una herramienta que se denominara herramienta de referencia y que por conveniencia técnica deberá ser la herramienta de desbaste exterior

1. presionando la tecla MENÚ OFFSET se visualizan dos tablas una es la tabla de ofset de las herramientas y la otra es la tabla de cero de programa o WORK SHIFT seleccione la posición WORK SHIFT
2. Cada trabajo o programa nuevo a realizar es necesario cancelar el cero de programa anterior y para esto es necesario introducir los valores X0 con la tecla INPUT y Z0 con la tecla INPUT
3. realizar un cambio automático de herramienta mediante el modo MDI (Manual Data Input). Presionando la tecla MDI introducir la orden M06 T0101 y presionar la tecla CYCLE START para cambiar a la herramienta con la que se obtendrá el cero de programa (es necesario observar que esta herramienta tenga valores de cero en la tabla de OFFSET)



4. llevar o mover esta herramienta hacia el extremo de la pieza de trabajo con el fin de realizar un careado. Para realizar los movimientos es necesario activar el modo JOG para movimientos rápidos controlados con la perilla de avance y con el modo INC JOG para movimientos lentos controlados con los multiplicadores de velocidad con las teclas LOW x1, MEDL x10, MED x100
5. accionar el giro del husillo y de la pieza de trabajo mediante el modo MDI y con la orden M03 S800 ó M04 S800 (es imperante la necesidad de verificar que el sentido de giro y el filo de corte de la herramienta que realiza el maquinado estén en condiciones de realizar cortes de lo contrario se tendrán colisiones inesperadas)
6. con el cuidado y seguridad que se tiene en cualquier maquina realizar el careado en el extremo de la pieza de tal manera que toda el área de la cara quede totalmente limpia
7. retirar la herramienta solamente en el eje X sin mover el eje Z después detener el giro del husillo mediante la tecla SPDL STOP (no mover el eje Z en ningún momento después de realizar el careado en forma manual
8. seleccionar la pantalla del WORK SHIFT después presionar la tecla OFFSET MESUR para introducir automáticamente el cero de programa solamente del eje Z mediante la orden M Z0 y presionar la tecla INPUT. Con esto se registrara el valor de cero de programa solamente en el eje Z
9. Para obtener el cero de programa solamente del eje X se maquinara en forma manual el diámetro exterior aproximadamente media pulgada de longitud hasta limpiar la parte exterior
10. para accionar el sentido de giro de la pieza de trabajo solamente se presionaran las teclas SPDL STOP ó SPDL CCW en modo JOG sin necesidad de trabajar con el modo MDI
11. con un instrumento de medición (Calibrador Vernier ó Micrómetro) medir el diámetro maquinado
12. seleccionar la pantalla de WORK SHIFT para introducir el valor de cero de programa del eje X. presionar la tecla OFFSET MESUR y teclear M X(valor del diámetro medido) y con la tecla INPUT introducir esa orden

13. por ultimo activar el modo HOME de la maquina para que los ejes registren nuevamente su cero de maquina.

Lo importante es que el registro no se perderá hasta que cambie a otro programa diferente para una nueva producción.

Hasta este punto el cero de programa tanto del eje X como del eje Z esta declarado mediante la herramienta de referencia y por lo tanto la maquina, el programa, y la pieza de trabajo están listos para trabajar solamente con la herramienta de referencia.

5.8 DECLARACION DEL OFFSET DE LAS HERRAMIENTAS RESTANTES

Todas las herramientas restantes que se utilizaran en el programa en particular para la producción para la cual se declaro el cero de programa, se deberá declarar un offset para cada una de ellas siguiendo el siguiente procedimiento:

1. seleccione otra herramienta que utilizara en su proceso de fabricación y que no sea la herramienta de referencia que ya se ajusto realice el cambio de herramienta mediante la instrucción M06 T0202
2. llevar o mover esta herramienta hacia el extremo de la pieza de trabajo solamente para tocar la punta de la herramienta con la cara ya maquinada sin girar la pieza de trabajo (se recomienda utilizar un papel) para realizar los movimientos es necesario activar el modo JOG para movimientos rápidos controlados con la perilla de avance y con el modo INC JOG para movimientos lentos controlados con las teclas de los multiplicadores de velocidad LOW x1, MEDL x10, MED x100
3. seleccionar la pantalla de TOOL OFFSET, mediante el cursor encontrar el numero de offset y hacerlo coincidir con el numero en la torreta en donde se encuentra montada la herramienta después presionar la tecla OFFSET MESUR para introducir automáticamente el offset solamente del eje Z mediante la orden M Z0 presionar la tecla INPUT se registrara el valor o medición de esa herramienta solamente en el eje Z
4. retirar la herramienta en forma manual y llevarla ahora a tocar la punta de la herramienta de referencia en cualquier punto del diámetro previamente maquinado sin girar la pieza de trabajo (se recomienda nuevamente utilizar papel)
5. seleccionar la pantalla de TOOL OFFSET, mediante el cursor encontrar el número de offset y hacerlo coincidir con el número en la torreta en donde se encuentra montada la herramienta. Para introducir el valor o medición en el eje X presionar la tecla OFFSET MESUR y teclear M X(valor del diámetro medido) y con la tecla INPUT introducir esa orden
6. después activar el modo HOME de la maquina para que los ejes registren nuevamente su cero de maquina.

Para todas y cada una de las herramientas siguientes utilizadas en el proceso de fabricación deberá seguirse con todo el procedimiento de declaración de offset

Lo importante es que el registro del offset o medición de las herramientas no se perderá hasta que se cambie a otro programa diferente para una nueva producción con

programa y herramientas diferentes para lo cual se deberá realizar otro ajuste de cero de programa así como otro ajuste de offset de herramientas

5.9 CAPTURAR UN PROGRAMA EN MEMORIA

Para capturar o crear un nuevo programa en la memoria de la maquina se deberán seguir los siguientes pasos:

1. se debe de llevar a OFF la unidad de protección de programas haciendo girar la llave hacia la derecha
2. oprimir la tecla EDIT
3. oprimir la tecla PRGRM
4. oprimir la tecla blanca O (no cero)
5. teclear un numero con el cual se desea identificar el programa
6. oprimir la tecla INSERT y con ello ya se puede empezar a escribir el programa
7. al terminar de escribir cada renglón oprimir la tecla EOB para indicar que es el final del renglón y oprimir la tecla INPUT para introducir la información
8. si se equivoca al estar introduciendo un comando puede cancelarlo oprimiendo la tecla CAN
9. si ya oprimió la tecla INPUT entonces lo puede cancelar con la tecla RESET

5.10 CONSULTAR UN PROGRAMA ALMACENADO EN MEMORIA

Para observar la lista de programas que se encuentran almacenados en la memoria:

1. oprimir la tecla EDIT
2. oprimir la tecla PRGRM
3. oprimir la tecla P
4. oprimir la tecla INPUT con ello se mostraran en la pantalla todos los programas almacenados en la memoria en forma secuencial

5.11 EDITAR UN PROGRAMA ALMACENADO EN MEMORIA

En caso de que se desee editar un programa almacenado en la memoria de la maquina se debe utilizar el modo EDIT

1. se debe de llevar a OFF la unidad de protección de programas haciendo girar la llave hacia la derecha
2. oprimir la tecla EDIT
3. oprimir la tecla PRGRM
4. colocar el cursor en la parte que se desea cambiar
5. oprimir la tecla ALTER
6. introducir la nueva orden
7. oprimir la tecla INPUT

8. si desea anexar alguna información que por algún motivo se le paso introducir colocar el cursor en el lugar en donde deba ir la información
9. oprimir la tecla INSRT
10. teclear la información a introducir y oprimir la tecla INPUT
11. si se desea eliminar alguna información que se encuentre de mas colocar el cursor sobre la información y oprimir la tecla DELET

5.12 PARA CORRER UN PROGRAMA EN MEMORIA

Esta opción es de gran utilidad ya que nos permite checar el programa a una velocidad mayor que la velocidad real de maquinado sin que la maquina realice desplazamiento alguno con lo cual la maquina comprobara que no existan errores en el programa haciéndolo correr únicamente en la memoria de la maquina para lo cual se deberán seguir los siguientes pasos:

1. oprimir la tecla EDIT
2. oprimir la tecla PRGRM
3. oprimir varias veces la tecla PAGE que tiene una flecha hacia arriba hasta que el cursor llegue al inicio del programa
4. activar las teclas AUTO, DRY RUN, PRG TEST, AXIS INHIBT localizadas en el panel de operación automática (verificar que el led rojo se encuentre encendido)
5. presione la tecla CYCLE START

Mientras la maquina realiza esta comprobación se podrá observar en la pantalla el avance del programa y en caso de existir algún error la maquina presentara un mensaje de alarma

5.12.1 PARA CORRER UN PROGRAMA EN VACIO

Antes de maquinar la pieza se deberá correr el programa en vacío esto es sin material para observar los movimientos que va realizando la maquina y descartar cualquier posibilidad de colisión para ello se deberá seguir el siguiente procedimiento:

1. oprimir la tecla EDIT
2. oprimir la tecla PRGRM
3. oprimir varias veces la tecla PAGE que tiene una flecha hacia arriba hasta que el cursor llegue al inicio del programa
4. activar las teclas AUTO, SINGL BLOCK, OPT STOP, localizadas en el panel de operación automática (verificar que el led rojo se encuentre encendido)
5. colocar la perilla de OVERRIDE en la posición cero para que la maquina no tenga movimiento
6. oprimir la tecla CYCLE START por cada renglón del programa
7. Mover la perilla OVERRIDE incrementando la velocidad hasta que la maquina presente movimiento en caso de observar alguna probabilidad de golpe de la

herramienta regresar la perilla a cero con lo cual se detendrá el movimiento de la maquina

8. en caso de no poder llevar la perilla de OVERRIDE a cero se puede oprimir el botón rojo de EMERGENCY STOP con lo cual también se detendrá el movimiento de la maquina y evitar algún golpe inesperado.

5.15.2 MAQUINADO PASO POR PASO CON MATERIAL

Una vez que se descarto cualquier posibilidad de error en el programa y cualquier posibilidad de choque al correr el programa en memoria y en vacío podemos montar la pieza a maquinar y realizar el maquinado paso por paso para lo cual se deberá proceder como sigue:

9. activar las teclas AUTO, SINGL BLOCK, OPT STOP, localizadas en el panel de operación automática (verificar que el led rojo se encuentre encendido)
10. colocar la perilla de OVERRIDE en la posición cero para que la maquina no tenga movimiento
11. oprimir la tecla CYCLE START por cada renglón del programa
12. Mover la perilla OVERRIDE incrementando la velocidad hasta que la maquina presente movimiento en caso de observar alguna probabilidad de golpe de la herramienta regresar la perilla a cero con lo cual se detendrá el movimiento de la maquina
13. en caso de no poder llevar la perilla de OVERRIDE a cero se puede oprimir el botón rojo de EMERGENCY STOP con lo cual también se detendrá el movimiento de la maquina y evitar algún golpe inesperado.

5.12.3 MAQUINADO AUTOMÁTICO CON MATERIAL

Finalmente una vez que se verifico el programa y se maquino la pieza paso por paso ahora se tiene la certeza de que no abra problemas al maquinar la pieza automáticamente con lo cual podemos poner la maquina en automático y dejar que corra solo el programa para comenzar una producción en serie

14. oprimir la tecla EDIT
15. oprimir la tecla PRGRM
16. en este paso podemos agregar al programa que abra y cierre la puerta automáticamente lo que es de gran utilidad cuando se trata de producciones en serie. Para abrir la puerta se deberá agregar el comando M38 al programa antes del comando M30 y para cerrar la puerta se deberá agregar el comando M39 después del comando G21
17. oprimir varias veces la tecla PAGE que tiene una flecha hacia arriba hasta que el cursor llegue al inicio del programa
18. Oprimir la tecla blanca AUTO en caso de querer verificar el programa en lo que se refiere a los movimientos que realiza y los comandos que se van introduciendo bloque por bloque oprima tres veces la tecla PAGE que tiene una flecha hacia abajo y aparecerá la pantalla PROGRAM CHECK
19. oprimir la tecla CYCLE START con lo cual comenzara a correr el programa

5.11 OPERAR EN EL MODO MDI (MANUAL DATA INPUT)

Para introducirse en el modo MDI seguiremos estos pasos:

Primero tecleamos MDI, después PRGM. Una vez que en la pantalla se ha visualizado el modo MDI se procederá a introducir los códigos G y M para la operación manual deseada seguida de la tecla INPUT y la tecla CYCLE START por ejemplo

1.-seleccionar la herramienta uno

- a) oprimir MDI
- b) Oprimir PRGRM
- c) Teclear el comando M06 con las teclas alfanuméricas y posteriormente oprimir la tecla azul INPUT
- d) Teclear el comando T01 posteriormente oprimir la tecla INPUT
- e) Oprimir la tecla verde CYCLE START esquina inferior izquierda

2.- Abrir la puerta

- a) Oprimir MDI
- b) Oprimir PRGRM
- c) Teclear el comando M38 INPUT
- d) Oprimir CYCLE START

3.- Cerrar la puerta

- a) Oprimir MDI
- b) Oprimir PRGRM
- c) Teclear el comando M39 INPUT
- d) Oprimir CYCLE START

5.12 TRANSFERENCIA DE PROGRAMAS DE LA COMPUTADORA A LA MAQUINA

Para enviar programas de la computadora PC a las maquinas DENFORD es necesario realizar la conexión mediante un cable serial conectado al puerto RS-232 (conector de 25 pines macho) de la maquina mientras que el otro extremo será conectado a la computadora en el puerto paralelo (puerto para impresora con conector de 25 pines hembra) o en el puerto serial (conector de 9 pines hembra) generalmente con adaptador Para realizar el envío de cualquier programa será necesario contar con el simulador DENFORD instalado en la computadora y Se deben seguir los siguientes pasos:

Preparación de la maquina

1. se debe asegurar que el programa no exista en memoria en caso de su existencia es necesario borrarlo para ello utilice el siguiente comando [EDIT] [PRGRM] [O] [# de programa] [DEL]
2. Abrir la memoria con la llave especial de tal manera que la memoria estará lista para grabar el contenido del programa (en caso de no abrir la memoria no se realizara la transferencia y la pantalla presentara una alarma)
3. Se debe poner en espera de información a la maquina para ello en el panel de control oprimir la tecla EDIT después la tecla PRGRM con este modo la maquina estará lista para teclear el No de programa a enviar oprimiendo la tecla O (no cero) y el numero de programa (ejemplo O0022)
4. Oprimir la tecla INPUT al realizar esto en la parte inferior izquierda de la pantalla deberán estar parpadeando las siglas LSK lo cual indicara que la maquina estará lista para recibir el programa

Preparación de la computadora

5. inmediatamente después en la PC con el simulador DENFORD activado y con el mismo numero de programa a enviar en la computadora oprima la tecla F10 (menú principal)
6. seleccionar la opción SETTINGS para ajustar los parámetros de comunicación entre la maquina y la computadora esta opción lo enviara a un cuadro de opciones de nombre CHANGE SETTINGS
7. seleccionar la opción MACHINE LINK con la cual aparecerá el siguiente cuadro de dialogo de nombre CHANGE MACHINE LINK

Change Machine Link	
Device name	COM1
Baudrate	9600
Parity	Even
Data bits	7
Stop bits	1
Send XOFF at % full	100

Introducir los valores tal como se muestran en el cuadro de dialogo y presione la tecla F10 para salir de ahí y regresar al menú principal.

8. seleccione la opción MACHINE LINK del menú principal y oprima ENTER
9. seleccione la opción TRANSMIT TO MACHINE, presione ENTER y responda a la pregunta READY TO SEND? Con la tecla "Y"

En este ultimo punto en la pantalla de la maquina se vera el programa grabando con el mensaje de INPUT parpadeando mientras que en la computadora aparecerá un mensaje indicando el envío del programa

Revisar el programa en la maquina y compararlo con el de la computadora, en caso de existir alguna diferencia inmediatamente editar el programa o enviarlo de nuevo desde la PC

5.13 TRANSFERENCIA DE PROGRAMAS DE LA MAQUINA A LA COMPUTADORA

Para Enviar los programas de la maquinas DENFORD a la computadora PC se deben seguir los siguientes pasos:

Preparación de la computadora

1. en el simulador DENFORD oprima la tecla F10 para ingresar al menú principal
2. seleccione la opción MACHINE LINK y presione ENTER
3. seleccione la opción RECEIVE FROM MACHINE y presione ENTER
4. Con esto la computadora estará lista para recibir el programa de la maquina

Preparación de la maquina

5. En la maquina DENFORD girar la llave de protección de programas,
6. llamar el programa que se desea transferir a la computadora
7. oprimir la tecla OUTPT START, localizada en el panel de entrada de datos.
8. con esto la maquina comenzara la transferencia del programa hacia la computadora

5.14 PROCEDIMIENTO PARA APAGAR EL TORNO

1. Oprimir la tecla POS y verificar en el indicador MACHINE que todos los ejes estén en cero es decir que la maquina se encuentre en HOME si no lo esta seguir los pasos siguientes:
2. en caso necesario retirar la pieza del chuck neumático y cerrar la puerta
3. para apagar el panel de control oprime el botón rojo de apagado
4. finalmente girar hacia la izquierda a la posición de OFF las dos perillas que se encuentran en la parte posterior de la maquina hasta que el indicador este en verde.

5.15 ALARMAS

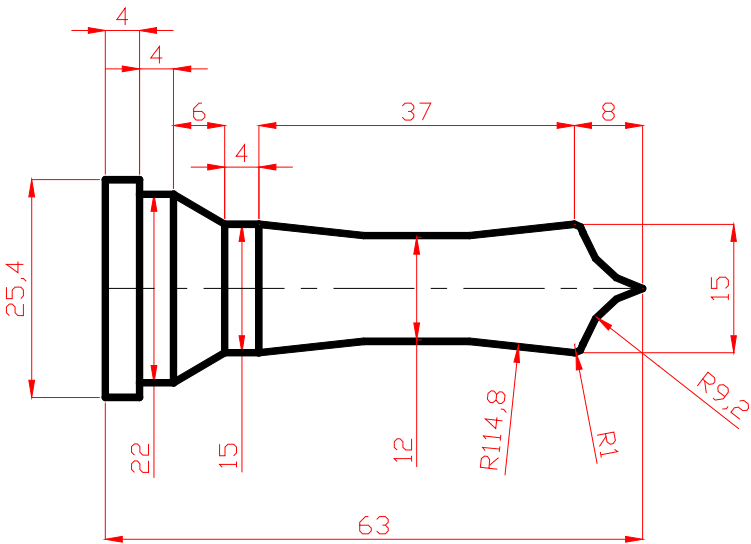
Cuando la herramienta pasa los limites definidos por la maquina se despliega una alarma de **OVERTRAVEL** deteniéndose el movimiento de la herramienta inmediatamente para poder trabajar de nuevo con la maquina mueva la herramienta en dirección contraria presionando el botón JOG y la tecla que corresponda al eje en el que se sobrepaso. Después presione la tecla roja RESET localizado en el panel para entrada de datos con esto se eliminara el mensaje de alarma.

5.16 PRACTICAS

5.16.1 REYNA

Ahora podemos introducir algunos ejercicios de práctica como los que a continuación se presentan:

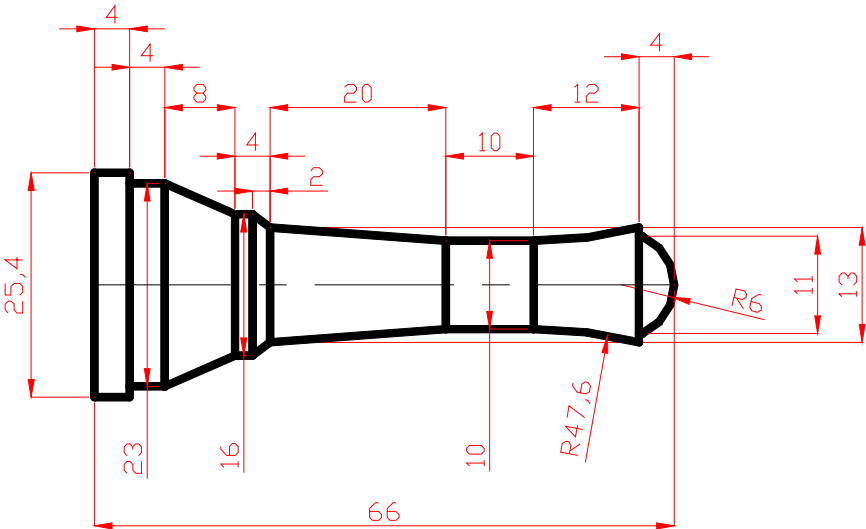
REYNA DE AJEDREZ
1 PZA. BLANCA
1 PZA. NEGRA
ACOT: mm



[BILLET X25.4 Z70.0 [NOSTEP (REYNA DE AJEDREZ) (1 PZA BLANCA, 1 PZA NEGRA) O0004 G21 G40 G80 G99 M06 T0101 G00 X25.4 Z2.0 M03 S800 G71 U1.0 R1.5 G71 P80 Q170 U0.1 W0.1 F100.0 N0080 G01 X0.0 G01 Z0.0 G02 X13.0 Z-7.0 R9.2 G03 X15.0 Z-8.0 R1.0 G03 X12.0 Z-26.5 R114.8	G03 X15.0 Z-45.0 R114.8 G01 X15.0 Z-49.0 G01 X22.0 Z-55.0 G01 X22.0 Z-59.0 N0170 G01 X25.4 Z-59.0 G00 X25.4 Z2.0 M05 G28 U0 W0 G40 G80 G99 M06 T0202 G00 X25.4 Z2.0 M03 S1500 G70 P80 Q170 F50.0 G00 X25.4 Z2.0 M05 G28 U0 W0 M30
--	---

5.16.2 REY

REY DE AJEDREZ
1 PZA. BLANCA
1 PZA. NEGRA
ACOT: mm



[BILLET X25.4 Z70.0 [NOSTEP (REY DE AJEDREZ) (1 PZA BLANCA, 1 PZA NEGRA) O0005 G21 G40 G80 G99 M06 T0101 G00 X25.4 Z2.0 M03 S800 G71 U1.0 R1.5 G71 P80 Q190 U0.1 W0.1 F100.0 N0080 G01 X0.0 G01 Z0.0 G03 X11.0 Z-4.0 R6.0 G01 X13.0 Z-4.0 G02 X10.0 Z-16.0 R47.6 G01 X10.0 Z-26.0	G01 X13.0 Z-46.0 G01 X16.0 Z-48.0 G01 X16.0 Z-50.0 G01 X23.0 Z-58.0 G01 X23.0 Z-62.0 N0190 G01 X25.4 Z-62.0 G00 X25.4 Z2.0 M05 G28 U0 W0 G40 G80 G99 M06 T0202 G00 X25.4 Z2.0 M03 S1500 G70 P80 Q190 F50.0 G00 X25.4 Z2.0 M05 G28 U0 W0 M30
--	--

CAPITULO VI PROGRAMACIÓN PARA FRESA

6.1 FUNCIONES PRINCIPALES (CODIGOS G)

G00 Posicionamiento rápido de los ejes X, Y, Z
G01 Posicionamiento lento con avance controlado
G02 Interpolación Circular sentido Horario
G03 Interpolación Circular sentido Antihorario
G04 Pausa de la maquina por un tiempo determinado
G20 Programación en pulgadas
G21 Programación en milímetros
G28 Regreso a punto de referencia Home
G40 Cancelación de la compensación del diámetro del cortador
G41 Compensación del diámetro del cortador a la izquierda de la trayectoria
G42 Compensación del diámetro del cortador a la derecha de la trayectoria
G43 Compensación de la longitud de la herramienta
G49 Cancelación de la compensación de la longitud de la herramienta
G80 Cancelación de ciclos automáticos
G81 Ciclo automático de barrenado (Barrenos de centro)
G82 Ciclo automático de barrenado (Barrenos ciegos)
G83 Ciclo automático de barrenado (Barrenos profundos)
G84 Ciclo automático de machueleado
G90 Programación en sistema Absoluto
G91 Programación en sistema Incremental
G92 Programación del cero de programa (Solo en la maquina de CNC)
G94 Programación del avance en mm/min ó pulg/min
G95 Programación del avance en mm/rev ó pulg/rev
G99 Regreso al punto de nivel "R" en ciclos automáticos

6.2 FUNCIONES MISCELANEAS O AUXILIARES (CODIGOS M)

M00 PARO DE PROGRAMA
M01 Paro opcional del programa
M03 Giro del husillo sentido Horario (Hasta 3000 RPM)
M04 Giro del husillo sentido Antihorario
M05 Paro del husillo
M06 Cambio Automático de herramienta
M29 comando para trabajar en modo DNC (Control Numérico Directo)
M38 Abrir la puerta automáticamente
M39 Cerrar la puerta automáticamente
M98 Llamado de subprogramas o subrutinas
M99 Fin del llamado de subprogramas o subrutinas
M30 Fin de programa

6.3 FUNCIONES DE PROGRAMACIÓN

O	Numero de programa
N	Número de bloque (de 0000 al 9999)
X, Y, Z	Coordenadas en sistema Absoluto
I, J	Parámetros de interpolación Circular
F	Avance de la herramienta (mm/min, pulg/min, mm/rev, pulg/rev)
R	Designación de radios
S	Giro del husillo en RPM
T	Designación de la herramienta

6.4 PROGRAMACIÓN

La programación es la codificación de una manera operativa y rigurosa hasta en los más mínimos detalles

- Antes de llevar a cabo una programación es necesario dibujar el componente a escala, que el dibujo sea entendible mostrando la trayectoria de corte, deberá llevar acotaciones y datos de las longitudes de corte realice los cálculos necesarios en pendientes y arcos.
- Fijar el origen o cero de programa a partir del cual se consideraran los movimientos de las herramientas
- Numerar cada punto de la trayectoria que deberá seguir la herramienta
- Obtener las coordenadas de cada punto de la trayectoria e indicarlás en una tabla como la que se muestra a continuación

PUNTOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
0		
1		

- Definir las herramientas que se emplearan para el maquinado indicando el tipo de herramienta a utilizar y el numero que ocupara en el carrusel por ejemplo:

T0101 Cortador recto Ø5 mm

T0202 Broca de centros

T0303 Broca helicoidal

T0404 Machuelo ¼-20 NC

6.5 PRINCIPIOS DE PROGRAMACIÓN

Cualquier programa que se elabore deberá contener:

- a) Numero de programa
- b) Nombre del programa
- c) Desglose del programa principal
- d) Desglose de subprogramas (si es necesario)

Y como funciones adicionales:

- a) Determinación de offsets y radios de herramienta
- b) Localización de centros coordenados o referencia de programación

6.6 EL PROGRAMA PRINCIPAL

En general el programa se divide en un programa principal y subprogramas el control opera normalmente de acuerdo a una secuencia de datos ordenados indicados en el programa principal pero cuando se llama a un subprograma este se intercala en la secuencia del programa principal para una vez terminado continuar con la secuencia normal del programa principal.

El programa principal contiene esencialmente:

- a) Los códigos de entrada o referencia
- b) Códigos de localización de diferentes centros coordenados
- c) Velocidades del husillo de la maquina para cada herramienta a usar
- d) Secuencia de operaciones por ejecutar por cada herramienta
- e) Los códigos de llamado a subprogramas
- f) Los códigos de cancelación y fin de programa

6.7 DESPLAZAMIENTOS RECTOS (G00, G01)

DESPLAZAMIENTO LINEAL SIN CORTE G00

Cuando esta función se programa, la herramienta se desplaza a la posición programada, siguiendo una línea recta a una velocidad especificada en el sistema de control. Generalmente esta función se utiliza para colocar la herramienta de corte de un punto a otro, dentro del espacio de trabajo de la máquina. Cuando una función G00 se ejecuta, la herramienta es acelerada hasta alcanzar una velocidad predeterminada. Cuando el control detecta la aproximación a la posición programada la herramienta desacelera.

La programación de esta función puede realizarse en coordenadas absolutas o incrementales. Además deberá tenerse cuidado de programar los desplazamientos de la herramienta considerando la secuencia de los movimientos. El primer movimiento de la herramienta deberá programarse en un plano paralelo (X, Y) al plano de maquinado. Una vez colocada la herramienta esta podrá descender a lo largo del eje perpendicular (Z) al plano de maquinado. En forma similar cuando la herramienta se retire después del

proceso de corte se deberá mover en la dirección perpendicular (Z) al plano de maquinado retirándose de éste y posteriormente se deberá desplazar la herramienta en un plano paralelo (X, Y) al plano de maquinado.

Para programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G00 X__ Y__ (colocación en el punto de inicio)
G00 Z__ (acercamiento al material)

En donde:

G00 = desplazamiento lineal sin corte

X, Y = Coordenadas absolutas del punto al cual se desea trasladarse

Z = altura o nivel de seguridad antes del corte

DESPLAZAMIENTO LINEAL CON VELOCIDAD CONTROLADA G01

Cuando esta función se utiliza la herramienta se desplaza a la posición programada, siguiendo una línea recta entre el punto en el que se encuentra colocada y el punto programado. La velocidad de desplazamiento de la herramienta se especifica con el vocablo F que se encuentra en el mismo bloque donde se programo la función G01. La programación de esta función podrá realizarse en coordenadas absolutas o incrementales. Las recomendaciones dadas en la programación de la función de colocación G00 deberán ser tomadas en cuenta cuando se programe utilizando la función G01.

Para programar este ciclo se deberá cumplir con el siguiente formato:

G01 Z__ (penetración en el material)
G01 X__ Y__ (desplazamiento con corte)

En donde:

G01 = desplazamiento lineal con avance controlado

Z = profundidad total de corte

X, Y = Coordenadas absolutas del punto al cual se desea trasladarse

6.8 MOVIMIENTO CON TRAYECTORIA CIRCULAR

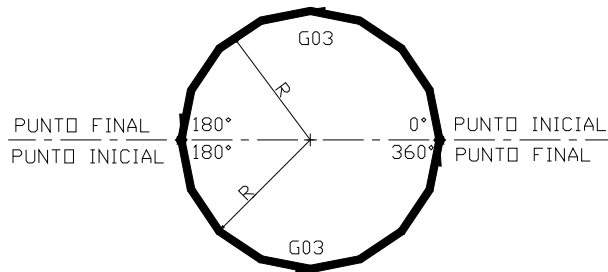
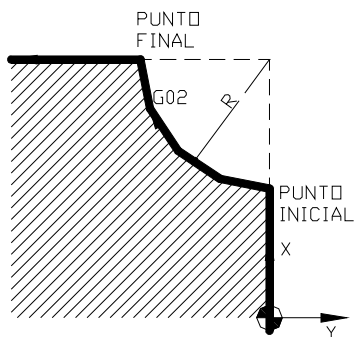
Las funciones que describen arcos de círculo se conocen como funciones de interpolación circular. En estas funciones el punto final que debe alcanzarse se especifica por los vocablos X, Y o Z, donde las magnitudes pueden ser expresadas en coordenadas absolutas o incrementales. También se debe programar el radio del círculo que se describirá de manera alternativa ó las coordenadas del centro del radio y la velocidad de avance de la herramienta. Además de estos valores deberá programarse el sentido de la trayectoria de la herramienta dependiendo del sentido de giro que deba seguir la trayectoria su programación requerirá un código definido por:

- G02 interpolación circular sentido horario
- G03 interpolación circular sentido antihorario

Cuando se conoce el punto inicial, el punto final, y el radio del arco, el desplazamiento de la herramienta dependerá del sentido de la trayectoria del corte que lleva la herramienta

El movimiento circular puede estar definido de dos maneras para poderse programar:

1. el sentido del giro, las coordenadas del punto final, El radio de giro. con este tipo de programación se pueden maquinar arcos que formen un cuadrante completo comprendidos de 0 a 90 grados y de 0 a 180 grados por lo que para maquinar un círculo completo se deberá programar primero medio círculo comprendido entre 0 Y 180 grados y en otro renglón la otra mitad del círculo comprendido entre 180 Y 360 grados para formar el círculo completo.



Esta forma de programación llevara el siguiente formato.

```
G02 X__ Y__ R__
G03 X__ Y__ R__
```

En donde:

G02 = interpolación circular sentido horario

G03 = interpolación circular sentido antihorario

X,Y = Coordenadas absolutas del punto final del arco

R = radio del arco

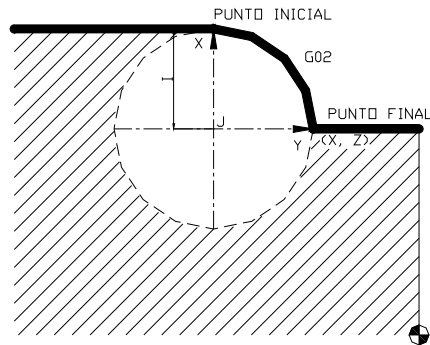
2. el sentido del giro, las coordenadas del punto final, las coordenadas al centro de giro tomándose en referencia al punto inicial

Cuando el valor del radio no pueda ser especificado, las coordenadas del centro del círculo deberán ser dadas, En este caso en las coordenadas al centro de giro ocurre un cambio de variables denotándose por:

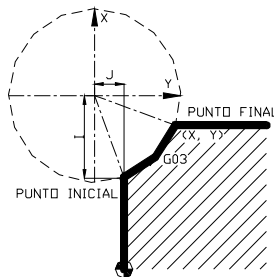
- "I" la coordenada sobre el eje "X"
- "J" la coordenada sobre el eje "Y"
- "K" la coordenada sobre el eje "Z"

La distancia de I, J se encuentra desde el punto de inicio del arco al punto final del arco en forma incremental (no en forma absoluta)

Cuando el ángulo que forma el punto inicial del arco es igual a 0 grados, 90 grados, 180 grados, 270 grados, 360 grados o cualquier ángulo que forme un cuadrante uno de los componentes I, J será siempre cero y el otro será igual al radio.



Cuando el ángulo que forma el punto inicial del arco con respecto a cualquier cuadrante es diferente de 0, 90, 180, 270, 360 grados los componentes I, J se calcularán en forma incremental mediante trigonometría por lo que en este caso siempre tendrán un valor diferente de cero



Las funciones de interpolación circular se definen en un plano. Los vocablos dimensionales a utilizar dependen del plano donde el arco se maquinara. Esta forma de programación llevara el siguiente formato:

Arco en el plano X-Y.

(G02/G03) X__ Y__ I__ J__ F__

Arco en el plano X-Z

(G02/G03) X__ Z__ I__ K__ F__

Arco en el plano Y-Z

(G02/G03) Y__ Z__ J__ K__ F__

En donde:

G02 = interpolación circular sentido horario

G03 = interpolación circular sentido antihorario

X, Y, Z = Coordenadas absolutas del punto final del arco

I = coordenada incremental desde el punto final del arco al centro del arco sobre el eje X
J = coordenada incremental desde el punto final del arco al centro del arco sobre el eje Y
K = coordenada incremental desde el punto final del arco al centro del arco sobre el eje Z

Para el caso de la programación de las coordenadas de modo absoluto, las coordenadas se especifican respecto al origen del sistema coordenado activo.

Para el caso de la programación de modo relativo, las coordenadas se especificarán respecto del punto inicial del arco.

La determinación de las coordenadas del punto final debe realizarse respecto del punto inicial del arco.

La determinación de las coordenadas del centro del círculo se realiza respecto del punto inicial del arco.

6.9 PAUSA DE LA MAQUINA POR UN TIEMPO DETERMINADO G04

Este comando Acompañado de una letra X detiene la maquina un determinado tiempo el cual no deberá ser mayor a 500 segundos.

G04 X__

En donde:

G04 = comando para pausar la maquina un tiempo determinado

X = tiempo de espera o pausa en segundos

6.10 PROGRAMACIÓN DE REGRESO A HOME (G28)

Para programar el regreso de la herramienta a home se deberá tener especial cuidado ya que es muy común que puedan ocurrir golpes entre la herramienta y la pieza de trabajo por lo cual debe asegurarse de que la herramienta este primero alejada de la pieza maquinada posteriormente podrá enviar la herramienta a home enviando primero en el eje Z y posteriormente en los ejes X, Y para lo cual se deberá programar el siguiente formato:

G28 Z0

G28 X0 Y0

En donde:

G28 = programación de regreso a home

X, Y, Z = coordenada cero de la maquina

6.11 COMPENSACIÓN DEL RADIO DEL CORTADOR

El comando G40 se utiliza para la cancelación de los comandos G41 y G42 que se encuentren activos

El comando G41 compensa el radio del cortador a la izquierda de la trayectoria del maquinado



El comando G42 compensa el radio del cortador a la derecha de la trayectoria del maquinado.



Estos comandos se utilizan principalmente en maquinados de contornos o perfiles complejos en donde se requiere alta precisión y acabado. El sentido de la compensación dependerá de la trayectoria programada esta trayectoria se considera como el recorrido del centro del cortador. El control se encargara de calcular la compensación del radio de la herramienta a la izquierda o derecha de acuerdo a este sentido.

6.12 RESTRICCIONES Y REGLAS PARA LOS COMANDOS G41 Y G42

Para programar este tipo de maquinados se deberán tener en cuenta las siguientes reglas:

- Nunca se programaran G41 y G42 juntos
- En el maquinado de esquinas interiores el radio de la herramienta debe ser mas chico que el radio mínimo de la pieza a maquinar o por lo menos igual
- Se deberá tener espacio suficiente tanto en el punto de inicio como en el punto final para que la herramienta pueda compensar su radio sin realizar golpes o maquinados imprevistos al momento de posicionarse en su trayectoria

corregida o compensada por lo que la entrada de la herramienta al maquinar un perfil debe tener al menos un diámetro del cortador de separación entre perfil y herramienta

- La compensación G41 y G42 no se aplica en “Z” solo en movimientos “X,Y”
- Se deberá compensar el radio solamente en perfiles o trayectorias cerradas jamás se compensara en trayectorias o perfiles abiertos
- En el caso de utilizar subprogramas o subrutinas solamente se programara G41/G42 en cada uno de ellos
- No se deberán programar cambios de compensación sin antes programar la cancelación con G40
- No se deberán programar G40, G41, G42 en movimientos simultáneos de X, Y, Z

6.13 CANCELACIÓN DE CICLOS AUTOMATICOS (G80)

Este comando se utiliza principalmente para cancelaciones de cualquier tipo de ciclos automáticos

6.14 CICLO AUTOMÁTICO DE BARRENADO DE CENTRO (G81)

Este comando se utiliza principalmente para barrenos de centros este comando perfora la pieza en un solo movimiento a una determinada velocidad de avance

G81 X__ Y__ Z__ R__ K__

En donde:

G81 = ciclo automático de barrenado de centro

X, Y = Coordenadas absolutas del centro del barreno

Z = profundidad del barreno de una pasada

R = Altura o nivel de seguridad antes del barrenado

K = numero de repeticiones por default es una

6.15 CICLO AUTOMÁTICO DE BARRENADO PARA AGUJERO CIEGO (G82)

En este ciclo el agujero no atraviesa toda la pieza, en su punto final de taladrado debe de tener una pausa para remover el material sobrante y se determina con la letra P con un número de tiempo en segundos multiplicado por 1000

G82 X__ Y__ Z__ R__ P__ K__

En donde:

G82 = ciclo automático de barrenado para agujero ciego

X, Y = Coordenadas absolutas del centro del barreno

Z = profundidad total del barreno

R = Altura o nivel de seguridad antes del barrenado

P = tiempo de espera en segundos multiplicados por 1000

K = numero de repeticiones por default es una

6.16 CICLO AUTOMÁTICO DE BARRENADO PROFUNDO G83

En este agujero por ser para una perforación de toda una pieza de mayor espesor; se debe llevar a cabo por incrementos y estos incrementos se determinan con la letra "Q" que con un valor determinado, avanzará la broca en ese valor y realizara un pequeño retroceso para la salida de rebaba hasta perforar toda la pieza.

G83 X__ Y__ Z__ Q__ R__ K__

En donde:

G83 = ciclo automático de barrenado profundo

X, Y = Coordenadas absolutas del centro del barreno

Z = profundidad total del barreno

Q = profundidad de corte en cada pasada

R = altura o nivel de seguridad antes del barrenado

K = numero de repeticiones por default es una

6.17 CICLO AUTOMÁTICO DE MACHUELEADO (G84)

Este comando se utiliza principalmente para barrenos roscados sin cabezal machueleador. Es decir que al final de la profundidad del roscado el sentido de giro cambia automáticamente.

G84 X__ Y__ Z__ R__ P__ K__

En donde:

G84 = Ciclo automático de roscado

X, Y = Coordenadas absolutas del centro del barreno

Z = Profundidad total del machuelo

R = Altura o nivel de seguridad antes del roscado

P = Tiempo de espera en segundos multiplicados por 1000

K = numero de repeticiones por default es una

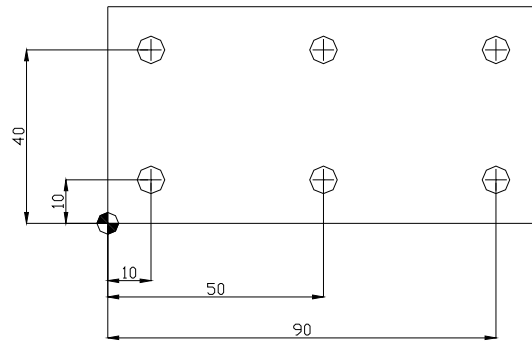
6.18 PROGRAMACIÓN ABSOLUTA E INCREMENTAL

Hay dos maneras de ordenar un movimiento en un sistema de ejes coordenados:

1. el modo absoluto
2. y el modo incremental

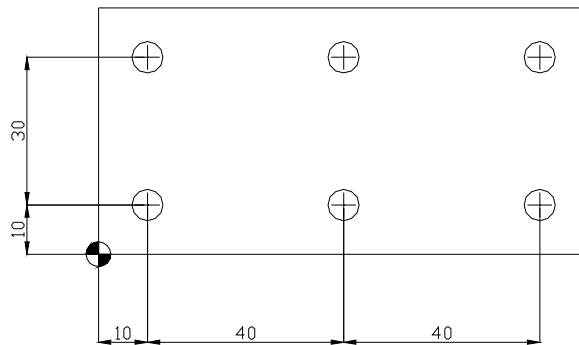
SISTEMA ABSOLUTO (G90)

En el modo absoluto el movimiento es ordenado por las coordenadas del punto al cual debe moverse la herramienta en referencia al punto cero de programa o punto cero de la pieza no importando las coordenadas del punto inicial o en el cual se encuentra la maquina



SISTEMA INCREMENTAL (G91)

En el modo incremental los movimientos se toman a partir de la posición anterior para ordenar el movimiento se hace una transportación del centro de coordenadas al punto inicial del movimiento y a partir de este nuevo eje de coordenadas se ordena el movimiento en base a las coordenadas del punto final.



6.19 SUBPROGRAMAS (M98, M99)

También conocidos como subrutinas. Se usan cuando una secuencia de operaciones determinada deba ser repetida con cierta frecuencia en un programa por ejemplo en barrenados, machueleados, etc. a fin de simplificar la programación estas operaciones se colocan en un subprograma y cada vez que se requiera repetirlas solo se llama al subprograma específico.

Para llamar al subprograma se usan códigos específicos como:

M98 para llamar al subprograma

M99 para regresar al programa principal

Para programar este comando se deberá seguir el siguiente formato:

M98 P__ _ _ _ _ _

En donde:

M98 = llamado de una subrutina o subprograma

P = numero de subrutina o subprograma que llamara el programa principal consta de seis cifras las cuales tendrán el siguiente significado de izquierda a derecha:

- Las dos primeras cifras representaran el numero de repeticiones que se realizara el subprograma
- El resto de las cifras representaran el numero de subprograma a utilizar

A estos también se les asigna un número o carácter de identificación. Una subrutina o subprograma puede tener a su vez otra subrutina integrada formándose así los niveles de subprogramas que dependiendo de la capacidad del control pueden ser hasta 10 o mas niveles posibles de formar.

El comando M99 termina el subprograma y continua con el programa principal exactamente en donde se utilizo el comando M98 pero también puede tener otros usos por ejemplo cuando se utiliza al final del programa principal en lugar del comando M30 en este caso la función que realiza es la de reiniciar inmediatamente el programa principal desde su inicio muy útil en aquellas maquinas que cuentan con un alimentador automático.

Cuando se utiliza el comando M99 junto con el parámetro P en el programa principal o en los subprogramas la función que realiza es la de buscar un numero de bloque en forma automática y continuar su operación a partir de que encuentra ese numero de bloque ya sea que se localice anterior ó posterior a esta indicación.

6.20 RESTRICCIONES Y REGLAS PARA SUBPROGRAMAS

1. todos los programas principales junto con sus subprogramas o subrutinas deberán estar contenidos en el mismo directorio o carpeta y en el mismo dispositivo de almacenamiento ya sea disco duro o disco flexible. En caso contrario existirán alarmas de programación y no se proseguirá su operación
2. para llamar un subprograma se deberá especificar primero la posición de la herramienta en las coordenadas "X,Y" después especificar la profundidad de corte en el eje "Z" y posteriormente llamar al subprograma con el comando M98 por ejemplo:

```
G01 X___ Y___ (Centro)
G01 Z___      (Corte)
M98
```

3. no deben existir coordenadas "Z" en subprogramas

6.21 ABRIR Y CERRAR LA PUERTA AUTOMATICAMENTE

Para cerrar la puerta automáticamente se deberá programar el comando M39 después del comando G21

Para abrir la puerta automáticamente se deberá programar el comando M38 antes del comando M30

6.22 Ejercicio de Práctica

A continuación se presenta el diseño de una brida con la cual se ejemplifica el uso de:

Trayectorias circulares G02 / G03

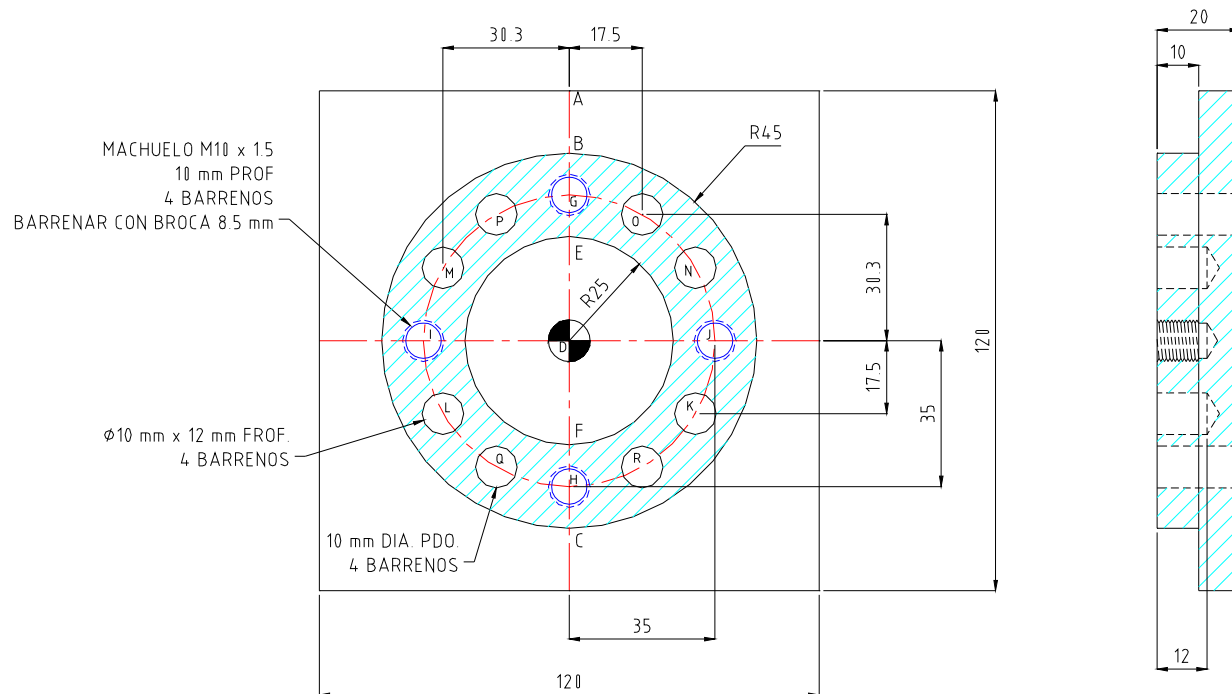
Compensación de la herramienta G41 / G42

El ciclo de barrenado de centros G81

Los ciclos de barrenado G82 / G83

El ciclo de machueleado G84

Así como el uso de subprogramas



Para esta pieza se deberán programar las siguientes herramientas:

T0101 Cortador recto de 8 mm de Diámetro

T0202 Broca de centros 1.5 mm de Diametro

T0303 Broca Helicoidal de 8.5 mm de Diámetro

T0404 Broca Helicoidal de 10 mm de Diámetro

T0505 Machuelo M10 X 1.5

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de cada punto a programar

PUNTOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
PUNTO A	0	60
PUNTO B	0	45
PUNTO C	0	-45
PUNTO D	0	0
PUNTO E	0	25
PUNTO F	0	-25
PUNTO G	0	35
PUNTO H	0	-35
PUNTO I	-35	0

PUNTOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
PUNTO J	35	0
PUNTO K	30.3	-17.5
PUNTO L	-30.3	-17.5
PUNTO M	-30.3	17.5
PUNTO N	30.3	17.5
PUNTO O	17.5	30.3
PUNTO P	-17.5	30.3
PUNTO Q	-17.5	-30.3
PUNTO R	17.5	-30.3

(BRIDA) [BILLET X120.0 Y120.0 Z25.0 [TOOLDEF T1 D8.0 [TOOLDEF T2 D1.5 [TOOLDEF T3 D8.5 [TOOLDEF T4 D10.0 [TOOLDEF T5 D10.0 [SUBPROGRAM 1 CIRC1 [SUBPROGRAM 2 CIRC2 [SUBPROGRAM 3 MACH [SUBPROGRAM 4 BARR1 [SUBPROGRAM 5 BARR2 [STEP O0010 G21 G40 G80 G90 M06 T0101 G00 X0.0 Y60.0 M03 S1000 G00 Z2.0 G01 Z-10.0 F20.0 M98 P1 G00 Z2.0 G00 X0.0 Y0.0 G00 Z2.0 G01 Z-10.0 M98 P2 G00 Z2.0 M05 G91 G28 Z0.0 G91 G28 X0.0 Y0.0	Nombre del programa principal Especificaciones del material Herramienta 1 Cortador recto de 8 mm Herramienta 2 Broca de centros 1.5 mm Herramienta 3 Broca Helicoidal 8.5 mm Herramienta 4 Broca Helicoidal 10 mm Herramienta 5 Machuelo M10 X 1.5 Subprograma 1 Subprograma 2 Subprograma 3 Subprograma 4 Subprograma 5 Paso X Paso No del programa principal Programación en mm Comandos de Cancelación Cambio del carrusel a la herramienta 1 Acercamiento rápido al punto A Giro del Husillo a 1000 RPM Acercamiento rápido a 2 mm del material Corte de 10 mm Llama al subprograma 1 Retirada a 2 mm del material Acercamiento rápido al punto D Acercamiento rápido a 2 mm del material Corte de 10 mm Llama al subprograma 2 Retirada a 2 mm del material Paro del husillo Regreso a home en el eje Z Regreso a home en los ejes X, Y
---	--

G40 G80 G90 M06 T0202 G00 X0.0 Y35.0 M03 S1200 G00 Z2.0 G81 X0.0 Y35.0 Z-0.75 R2.0 M98 P3 G00 Z2.0 G00 X30.3 Y-17.5 G81 X30.3 Y-17.5 Z-0.75 R2.0 M98 P4 G00 Z2.0 G00 X17.5 Y30.3 G81 X17.5 Y30.3 Z-0.75 R2.0 M98 P5 G00 Z2.0 M05 G91 G28 Z0 G91 G28 X0 Y0	Comandos de Cancelación Cambio del carrusel a la herramienta 2 Acercamiento rápido al punto G Giro del Husillo a 1200 RPM Acercamiento rápido a 2 mm del material Ciclo de barrenado de centros Llama al subprograma 3 Retirada a 2 mm del material Acercamiento rápido al punto K Ciclo de barrenado de centros Llama al subprograma 4 Retirada a 2 mm del material Acercamiento rápido al punto O Ciclo de barrenado de centros Llama al subprograma 5 Retirada a 2 mm del material Paro del husillo Regreso a home en el eje Z Regreso a home en los ejes X, Y
G40 G80 G90 M06 T0303 G00 X0.0 Y35.0 M03 S800 G82 X0.0 Y35.0 Z-12.0 R2.0 P1000 M98 P3 G00 Z2.0 M05 G91 G28 Z0 G91 G28 X0 Y0	Comandos de Cancelación Cambio del carrusel a la herramienta 3 Acercamiento rápido al punto G Giro del Husillo a 800 RPM Ciclo de barrenado para agujero ciego Llama al subprograma 3 Retirada a 2 mm del material Paro del husillo Regreso a home en el eje Z Regreso a home en los ejes X, Y
G40 G80 G90 M06 T0404 G00 X30.3 Y-17.5 M03 S800 G82 X30.3 Y-17.5 Z-12.0 R2.0 P1000 M98 P4 G00 Z2.0 G00 X17.5 Y30.3 G83 X17.5 Y30.3 Z-20.0 Q0.750 R2.0 F30 M98 P5 G00 Z2.0 M05 G91 G28 Z0 G91 G28 X0 Y0	Comandos de Cancelación Cambio del carrusel a la herramienta 4 Acercamiento rápido al punto K Giro del Husillo a 800 RPM Ciclo de barrenado para agujero ciego Llama al subprograma 4 Retirada a 2 mm del material Acercamiento rápido al punto O Ciclo de barrenado para agujero profundo Llama al subprograma 5 Retirada a 2 mm del material Paro del husillo Regreso a home en el eje Z Regreso a home en los ejes X, Y

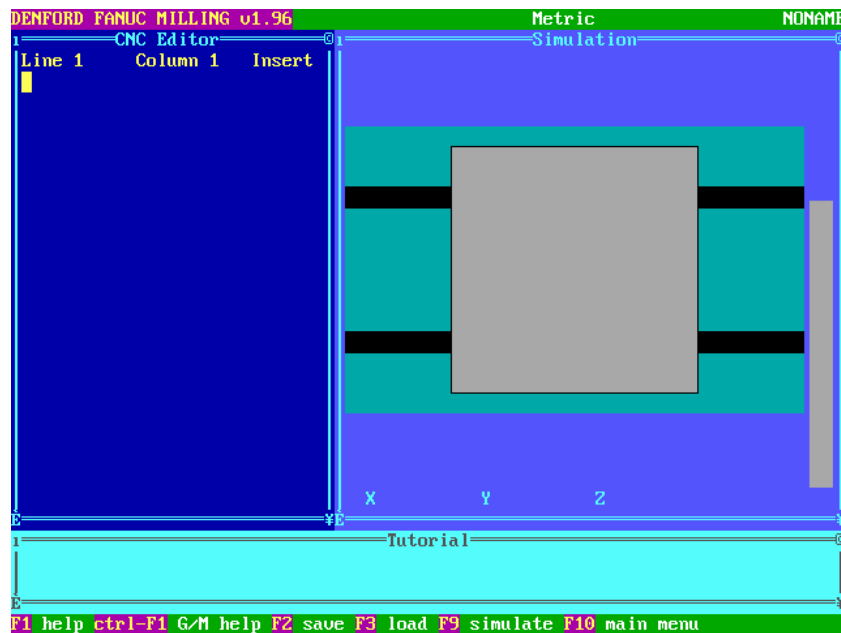
G40 G80 G90 M06 T0505 G00 X0 Y35.0 M03 S100 G00 Z2.0 G84 X0.0 Y35.0 Z-10.0 R2.0 P3000 F10 M98 P3 G00 Z2.0 M05 G91 G28 Z0 G91 G28 X0 Y0 M30 O0020 G01 X0.0 Y45.0 G41 G02 X0.0 Y-45.0 R45.0 G02 X0.0 Y45.0 R45.0 G01 X0.0 Y60.0 G40 M99 O0030 G01 X0.0 Y25.0 G41 G03 X0.0 Y-25.0 R25.0 G03 X0.0 Y25.0 R25.0 G01 X0.0 Y0.0 G40 M99 O0060 X0.0 Y-35.0 X-35.0 Y0.0 X35.0 Y0.0 M99 O0070 X-30.3 Y-17.5 X-30.3 Y17.5 X30.3 Y17.5 M99 O0080 X-17.5 Y30.3 X-17.5 Y-30.3 X17.5 Y-30.3 M99	Comandos de Cancelación Cambio del carrusel a la herramienta 5 Acercamiento rápido al punto G Giro del Husillo a 100 RPM Acercamiento rápido a 2 mm del material Ciclo automatico de Machueleado Llama al subprograma 3 Retirada a 2 mm del material Paro del husillo Regreso a home en el eje Z Regreso a home en los ejes X, Y Fin de programa principal Subprograma 1 (CIRC1) Entrada recta con compensación punto B Corte circular al Punto C Regreso circular al punto B Salida recta cancelando compensación A Regreso al programa principal Subprograma 2 (CIRC2) Entrada recta con compensación punto E Corte circular al Punto F Regreso circular al punto E Salida recta cancelando compensación D Regreso al programa principal Subprograma 3 (MACH) Punto H Punto I Punto J Regreso al programa principal Subprograma 4 (BARR1) Punto L Punto M Punto N Regreso al programa principal Subprograma 5 (BARR2) Punto P Punto Q Punto R Regreso al programa principal
---	---

7. 1 SIMULADOR DENFORD VERSIÓN 1.96 PARA FRESA CNC CON CONTROL FANUC

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

7.2 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

A continuación se describe en forma general la pantalla o escritorio del software simulador para fresas de cnc.



DENFORD FANUC MILLING v 1.96 SIMULADOR DE FRESA VERSION 1.96

Metric = Unidades de trabajo existen 2 opciones

Metric = Milímetros

Imperial = Pulgadas

Noname.- Nombre del archivo en el que se esta trabajando. Es importante que el nombre del archivo tenga como ocho caracteres alfanuméricos no se incluyen espacios ni otro carácter.

Cnc Editor.- Es el editor de textos en el cual se escriben todos los programas

Line 1.- Se registran el número de líneas para facilidad del usuario

Colum 1.- Se contabiliza el número de columnas de acuerdo al recorrido del cursor. El usuario puede visualizar el párrafo mas amplio.

Opción Insert.- Modo de escritura de insertar (INSERT) es decir que cuando esta escribiendo graba la escritura sin afectar lo que esta al lado del cursor. Se activa presionando la tecla insert.

Opción overwrite.- Modo de escritura de sobrescribir (OVERWRITE) es decir que cuando se esta escribiendo se borra todo lo que esta al lado del cursor, se activa la tecla insert.

Simulación.- Es la zona grafica donde se visualiza la simulación del programa es decir el usuario observara el maquinado con su respectiva herramienta simultáneamente junto con el contenido del texto del programa.

Tutorial.- Es un cuadro en donde aparecen mensajes o instrucciones que el operador realiza en el programa.

El usuario deberá de conocer los siguientes símbolos para que en su debido momento pueda utilizar de ellos.

¡ Aparece el mensaje programado pero sin parar la simulación del mismo.

? Aparece el mensaje pero haciendo una pausa en la simulación del programa.

7.3 FUNCIONES

7.3.1 F1 Help: Por medio de esta tecla se consigue la ayuda del software editado en el idioma ingles.

Dentro de esta ayuda se encuentran las siguientes funciones rápidas mediante las siguientes operaciones del teclado.

EN EL MODO DE MEDICION DEL PROGRAMA

7.3.2 Flechas del teclado: se utilizan para mover el cursor a través del programa escrito (El mouse es inoperante debido a que el software trabaja en sistema MS-DOS).

Tecla **supr.- (DEL)** = Se utiliza para borrar caracteres a la derecha del cursor.

Tecla **flecha de retroceso** = Se utiliza para borrar caracteres a la izquierda del cursor

Tecla **“INSERT”** = Cambia las opciones de escritura:

Opcion Insert.- Modo de escritura de insertar (insert) es decir que cuando se esta escribiendo se visualiza el texto o programa escrito.

Opcion overwrite.- Modo de escritura de sobrescribir (OVERWRITE) es decir que cuando se esta escribiendo se borra todo lo que esta al lado del cursor .

Tecla **INICIO** = Mueve el cursor al inicio de la línea de la escritura del programa.

Tecla **FIN** = Mueve el cursor al final de la línea de la escritura del programa.

Tecla de **REG PAG** = Retrocede atrás una pagina de la línea de escritura del programa.

Tecla de **AV PAG** = Avanza una página de la línea de la escritura del programa.

Teclas **ctrl. + Re pag** = El cursor se desplaza a la ultima línea de la escritura del programa.

Teclas **ctrl. + AV pag** = El cursor se desplaza a la primer línea de la escritura del programa.

Tecla **F7** = Selecciona el inicio del área marcada usando las flechas del teclado para desplazar el cursor.

Tecla **F8** = Selecciona el fin del área marcada usando las flechas del teclado para desplazar el cursor.

Teclas **Alt + Supr** = Borra el área marcada.

Teclas **Alt + M** = Mueve o desplaza toda el área marcada a la posición del cursor.

Teclas **Alt + C** = Copia toda el área marcada a la posición del cursor.

Teclas **ctrl. + F1 G/M Help** = Función para seleccionar la ayuda en los códigos “ G “ y códigos “ M ” del programa (editados en ingles).

7.3.3 F2 SAVE

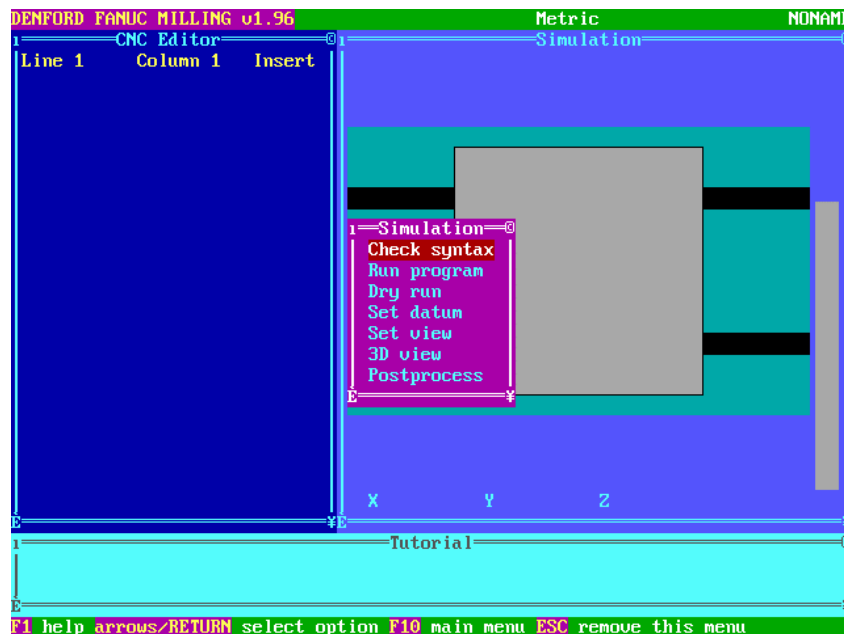
Grava los cambios realizadazos en la escritura del programa (Los cambios los podra realizar tanto en el disco duro como el disco de 3 ½)

7.3.4 F3 LOAD

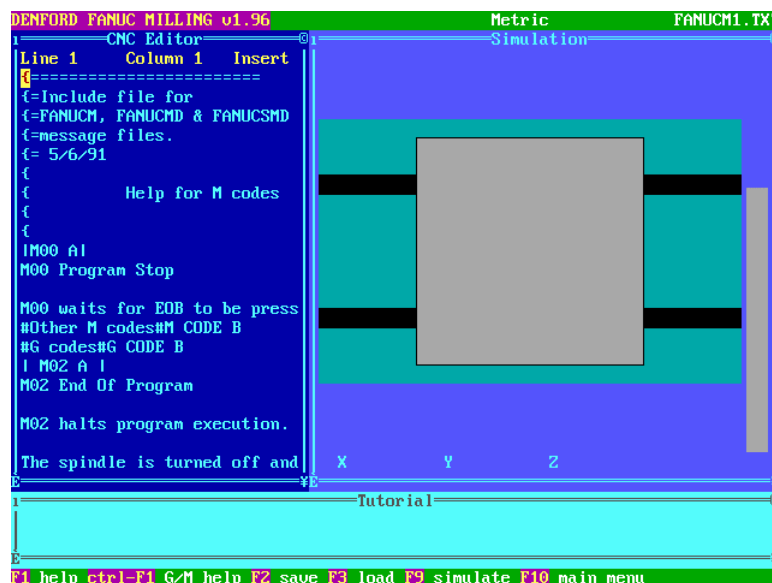
Llama o carga los programas que estan gravados en el disco duro o en otro medio

7.3.5 F9 SIMULATE

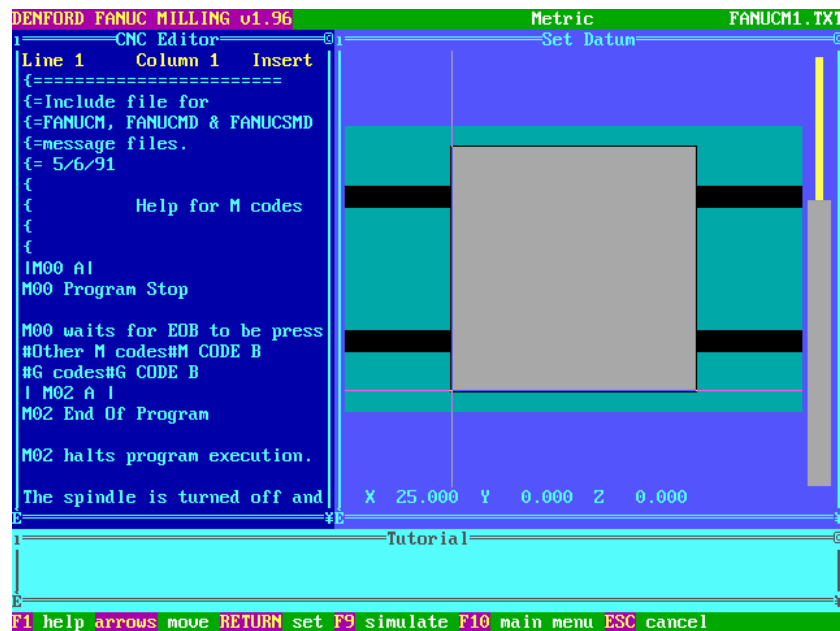
Se utiliza para simular el programa en sus diferentes opciones



- **CHECK SINTAX:** Esta opción solo revisa la sintaxis del programa es decir detecta y señala un error de escritura y que pueden ser las equivocaciones frecuentes como confundir letras con números o viceversa. El usuario deberá corregir estas anomalías para que el software detecte y avise que el programa de cnc esta (solo de escritura)
- **RUN PROGRAM:** De acuerdo al programa escrito por el usuario con esta opción se corre o se simula el programa y en la zona de simulación aparecerá la imagen de herramienta y pieza de trabajo con maquinado en simulación



- **DRY RUN:** Esta opción se utiliza para una rápida simulación solamente del programa pero no de movimientos ni de imágenes por lo tanto solamente se utilizara para detectar fallas y errores en los programas
- **SET DATUM:** Se utiliza para ajustar el cero de programa mediante dos líneas ortogonales cruzadas entre los que se pueden mover a través del teclado con las teclas del cursor (arriba ;abajo ,izquierda ,derecha). Los desplazamientos verticales y horizontales con la barra espaciadora se cambian con los saltos de 1mm y de 5mm solamente. Se visualizan los valores X,Y mientras que el valor de Z se mantiene fijo. Cuando el usuario se encuentra en el cero de programa deseado los valores se fijan mediante la tecla enter.

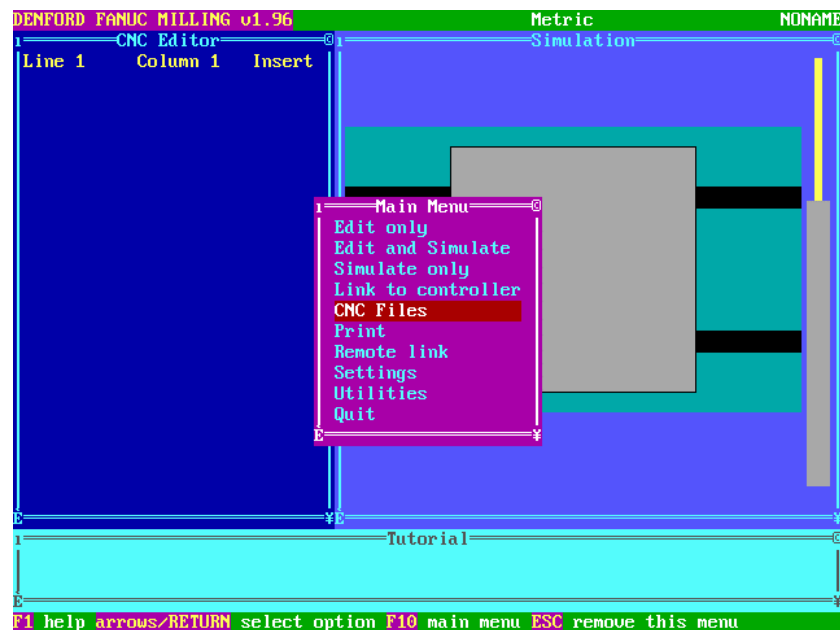


- **SET VIEW:** Se utiliza para realizar acercamientos a las zonas de trabajo que el usuario desee de acuerdo a la amplitud de la vista solamente se tienen 8 acercamientos que el usuario deberá familiarizarse activando estas opciones con la tecla espaciadora del teclado
- **3D VIEW:** Al termino de la simulación del programa el software proporcionara al usuario la opción de una (vista entres dimensiones vista isométrica de una pieza cúbica) mediante esta vista se tiene otras acciones que el usuario podrá activar para una mejor visión y comprensión detallada de su pieza de trabajo. Ya terminada.
 - **FLECHAS DEL TECLADO.-** Por medio de estas teclas (arriba / abajo) se pondrá mover la flecha la flecha de color azul claro a una determinada posición a lo largo de la imagen de tres dimensiones para visualizar un corte seleccionado del material simulado.

- **TECLA DE AV PAG :** Cuando la flecha azul se encuentra en l posición deseada al oprimir esta tecla se presentara la imagen frontal isométrica de la selección transversal de esa posición (parecida al corte de un pastel)
- **TECLA DE REG PAG:** Se cambia la imagen isométrica en posición inversa como si se visualizara la parte trasera con un corte seccionado.
- **POSTPROCESS:** En la practica no se utiliza porque es para realizar programas con comandos diferentes al del control fanuc además se realiza con otra extensión de archivo y no se visualiza en forma inmediata.

7.3.6 F10 MAIN MENU

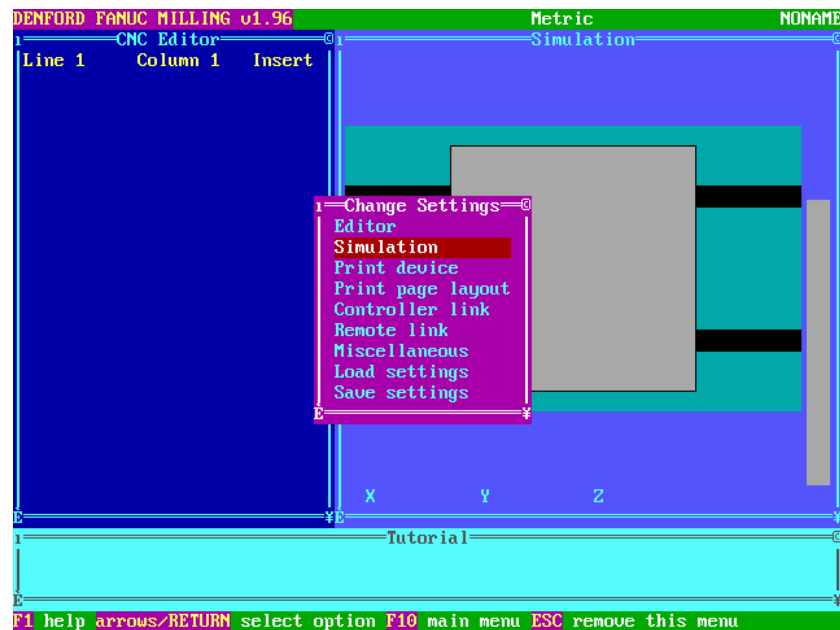
Con esta función se activa el menú principal del software



- **EDIT ONLY:** Cuando el usuario selecciona esta opción el software presenta toda la pantalla como editor de textos y el área de simulación no aparece, esta opción se recomienda solamente para la escritura y para la revisión de sintaxis del mismo.
- **EDIT AND SIMULATE:** La pantalla aparece en forma de zonas con recuadros (es la presentación original al entrar al software) donde se presenta el área de edición del programa simulación del programa, áreas de información y de teclado de funciones rápidas

- **SIMULATE:** cuando el usuario selecciona esta opción el software presenta toda la pantalla como el área de la simulación del programa sin visualizar el área del texto o escritura del programa, esta opción se recomienda solamente para visualizar la forma en que se simula el maquinado de la pieza así como su representación en tres dimensiones o en su presentación en forma isométrica.
- **MACHINE LINK :** Mediante esta opción el usuario podrá transmitir o recibir programas de la maquina de cnc a la computadora
 - **PUERTO SERIAL DE LA COMPUTADORA** (Puerto serial que puede ser de 9 pines macho o de 25 pines macho) Cuando el usuario el usuario selecciona esta función se presentan dos opciones de la comunicación :
 - **RECEIVE FROM MACHINE:** Con esta opción el usuario esta habilitado para realizar una combinación con el fin de recibir o bajar programas contenidos en la maquina de cnc a la computadora
 - **TRANSMITE TO MACHINE:** Con esta opción el usuario esta habilitado para realizar una comunicación con el fin de transmitir o subir programas contenidos en la computadora a la maquina cnc
- **CNC FILES:** En esta opción se presenta un completo sistema de organización de archivos o programas que el usuario deberá de familiarizarse para tener un completo orden de sus archivos para tener un completo orden . A continuación se explicara en forma general cada una de las funciones de esta opción:
 - **LOAD:** Con esta opción el usuario podrá cargar un programa gravado en un disco duro u otro medio, la tecla f3 es una función rápida para lograr este medio
 - **SAVE:** Con esta opción el usuario podrá gravarlo o salvar un programa gravado en el disco de de 3 ½ con su respectiva ruta
 - **NEW:** Se utiliza para crear o realizar un nuevo programa se debe de tener atención cuando exista un programa activo al momento de seleccionar esta opcion, El programa actual se cierra cuando ha sido gravado sus recientes cambios.
 - **SAVE AS:** Con esta opción el usuario podrá hacer una copia del programa activado en ese momento con diferente nombre o diferente directorio
 - **CHANGE DIR:** Tiene como función cambiar el directorio actual del disco duro el de 3 ½ se recomienda no tener mas de dos directorios diferentes dentro de los discos

- **REMOTE LINK:** Se utiliza para enviar o recibir información de un aparato remoto como por ejemplo una lectora de cintas perforadas o de controladores independientes
 - **LOAD FROM DEVICE:** Con esta opción el usuario esta habilitado para realizar una comunicación con el fin de recibir o bajar programas contenidos en el aparato remoto a la computadora
 - **SENT TO DEVICE:** Con esta opción el usuario esta habilitado para realizar una comunicación con el fin de transmitir o subir programas contenidos en la computadora al aparato remoto
- **SETTINGS:** Existen en esta opción diferentes formas de ajustes o configuraciones de cada una de las funciones u opciones explicadas anteriormente a conveniencia del usuario permitiéndole gravar o salvar dichos ajustes con otros archivos mediante extensiones opt



7.3.7 CHANGE EDITOR SETTINGS

CONTIENE LAS SIGUIENTES OPCIONES DE CONFIGURACIÓN A LA OPCIÓN DEL EDITOR .

- **Auto error- check:** Yes -mediante la tecla enter activa la descripción de errores en la programación y en la sintaxis No.- mediante la tecla enter desactiva la descripción de errores en la programación y en la sintaxis

- **MARKING MODE:** Anchor.- mediante la tecla enter activa el marcado o seleccionando el texto del programa en forma de línea por línea
- **EDIT ONLY MODE:** Text.- Mediante la tecla de enter activa solamente la pantalla en forma completa el área del texto del programa.
- **GRAPHICS:** Mediante la tecla enter activa solamente la pantalla en forma completa del área de simulación del programa
- **EDITOR ON LEFTYES** mediante la tecla enter activa el área de texto a la izquierda de la pantalla NO mediante la tecla enter activa el área de texto a la derecha de la pantalla

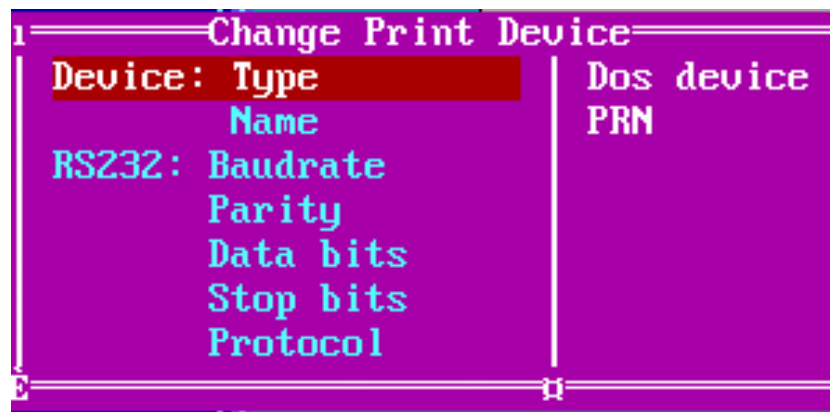
7.3.8 CHANGE SIMULATION SETTINGS

CONTIENE LAS SIGUIENTES OPCIONES DE CONFIGURACION A LA OPCION DE SIMULACION

- **SIMULATION WINDOW:** Normal mediante la tecla enter activa el área de simulación en tamaño normal, Wide mediante la tecla enter activa el área de simulación en tamaño amplio
- **SHORT CUTS:** Yes.- Mediante la tecla enter activa la aceleración de la simulación sin presentar todos los movimientos de las herramientas utilizadas (como por ejemplo los ciclos de barrenado), No: mediante la tecla enter desactiva la aceleración de la simulación.
- **DISPLAY FAST-TRAVERSES:** Yes.-Mediante la tecla enter activa la representación de desplazamientos rápidos de la herramienta en forma de líneas punteadas y los desplazamientos lentos en línea continua. No.- Mediante la tecla enter desactiva la representación de desplazamientos de la herramienta
- **TOOL MOTION:** YES Mediante la tecla enter activa la imagen y movimiento de la herramienta de corte durante la simulación programada, No Mediante la tecla enter desactiva la imagen de la herramienta de corte solo se representa la trayectoria de la misma

7.3.9 CHANGE PRINT DEVICE SETTINGS

Contiene las tres siguientes opciones o modos de configuración a la opción- de print device:



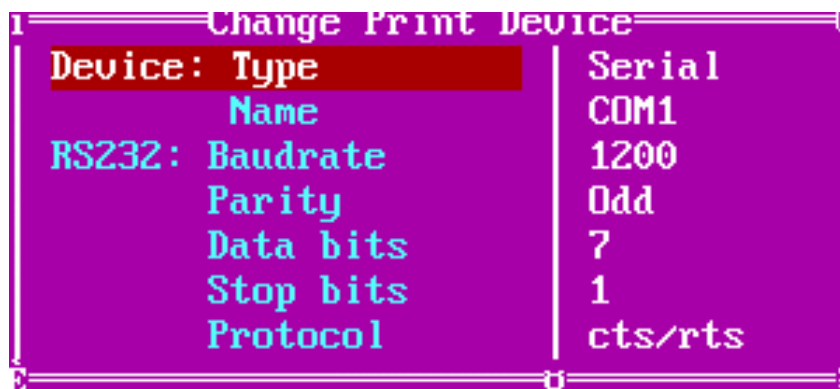
DEVICE TYPE

1.- File

Mediante la tecla enter activa la opción para gravar los datos de la impresión y de la impresión misma en forma de archivos con extensión LST

2.- Dos device

mediante la tecla enter activa la opción de imprimir en impresoras obsoletas que soportan solamente el sistema MSDOS conectadas solamente en el puerto paralelo



3.- SERIAL

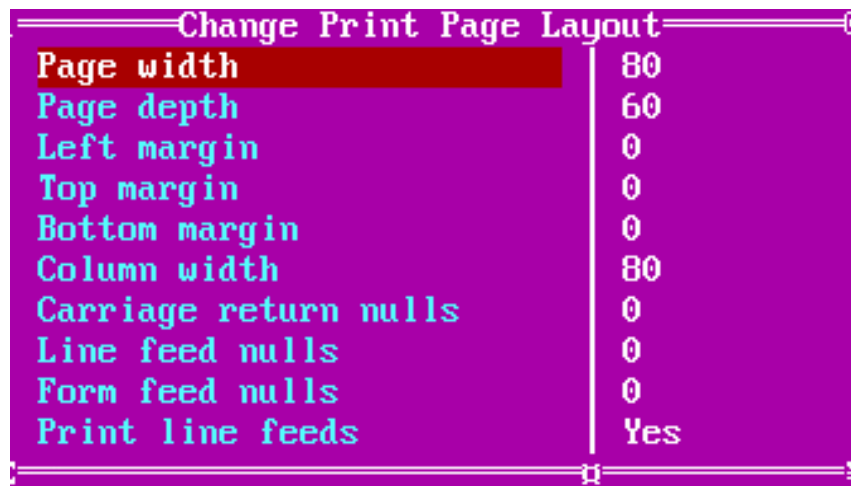
Mediante la tecla enter activa la opción de imprimir en impresoras obsoletas conectadas al puerto serial y que requieren de los siguientes ajustes para la comunicación serial entre la computadora y la impresora

NAME	Com1, Com2
BAUDRATE	110,150,600,1200,2400,4800,9600,19200,38400,115200
PARITY	7,8
STOP BITS	1,2
PROTOCOL	None, cts/rts , xon/xoff

7.3.10 CHANGE PRINT PAGE LAYOUT SETTINGS

(solo para impresoras obsoletas que sean compatibles con el MS-DOS)

Mediante esta opción el usuario podrá personalizar o ajustar la distribución de espacios de la hoja a imprimir de tal manera que deberá de intentar con valores indicados en la siguiente figura hasta lograr una impresión correcta con valores encontrados para después gravarlos en una forma que posteriormente se indicara en la sección LOAD SETTINGS y "SAVE SETTINGS"



7.3.11 CHANGE CONTROLLER LINK SETTINGS

(Se utilizara básicamente para maquinas de cnc con control fanuc)

Con esta opción el usuario podrá ajustar valores para lograr la comunicación entre computadora y maquina de cnc a través del puerto serial para lograr esto es necesario que el usuario conozca los valores y la forma de ajustarlos en las maquinas de cnc que tenga a su cargo

En la conclusión para lograr una comunicación correcta el usuario deberá igualar los valores de la maquina cnc con los valores de la computadora de acuerdo a las siguientes opciones

NAME	Com1, Com2
BAUDRATE	110,150,600,1200,2400,4800,9600,19200,38400,115200
PARITY	None,odd,Even
DATA BITS	7,8

Change Machine Link	
Device name	COM1
Baudrate	9600
Parity	None
Data bits	8
Stop bits	1

STOP BITS	1,2
SEND XOFF at % full	(ajuste variable)

7.3.12 CHANGE REMOTE LINK SETTINGS

(Se utilizará básicamente para controladores o equipo de comunicación compatibles con control fanuc).

Con esta opción el usuario podrá ajustar valores para lograr la comunicación entre computadora y equipos diferentes a través del puerto serial. Para lograr esto es necesario que el usuario conozca los valores y la forma de ajustarlos en los controladores y equipos diferentes que tenga a su cargo.

En conclusión para lograr una comunicación correcta el usuario deberá igualar los valores de los controladores y equipos diferentes con los valores de la computadora de acuerdo a las siguientes opciones:

Change Remote Link	
Device name	COM1
Baudrate	4800
Parity	Odd
Data bits	7
Stop bits	1
Send line-feeds	Yes
End-of-file	ctrl-Z
Send XOFF at % full	100

NAME	Com1, Com2
BAUDRATE	110,150,600,1200,2400,4800,9600,19200,38400,115200
PARITY	None,odd,Even
DATA BITS	7,8
STOP BITS	1,2
SEND LINE-FEEDS	YES,NO
END-OF-FILE	CTRL- AJUSTE VARIABLE
SEND XOFF AT % FULL	AJUSTE VARIABLE

7.3.13 CHANGE MISCELLANIOUS SETTINGS

Contiene las siguientes opciones de configuración de miscellanius:

GLOBAL units

METRIC Mediante la tecla enter activa las unidades a trabajar en milímetros

IMPERIAL mediante la tecla enter activa las unidades a trabajar en pulgadas

USER'S NAME

El usuario podrá ajustar este valor de acuerdo a su conveniencia y servirá para personalizar el nombre de su compañía o el nombre propio con el fin de que en todas las impresiones aparezca este enunciado.

SCREEN TEXT SIZE

Large.- Mediante la tecla enter activa la zona de texto aumentándola a 45 líneas de escritura en la pantalla.

Small.- Mediante la tecla enter activa la zona de texto reduciéndola a 25 líneas de escritura en la pantalla.

LOAD SETTINGS

Todos los ajustes que se mencionaron anteriormente son susceptibles de cargarlos o llamarlos mediante archivos con extensiones OPT

SAVE SETTINGS

Todos los ajustes que se mencionaron anteriormente son susceptibles de almacenarlos o gravarlos mediante archivos con extensiones OPT

8.1 INTRODUCCIÓN

Esta maquina puede ser considerada como la maquina herramienta en la cual el metal sobrante de las piezas por maquinar se arranca en forma de viruta por medio de cortadores de formas variadas que reciben el nombre de fresas la fresa es una herramienta constituida por varios filos dispuestos radialmente sobre una circunferencia y giran por medio de su colocación en un eje llamado husillo sujetos mediante un zanco cónico insertado en el eje del cabezal de la maquina.

El arranque de viruta se realiza por medio del giro de la fresa en combinación con el movimiento rectilíneo ó curvilíneo de la misma. en el fresado cada filo penetra en la pieza y arranca una viruta en forma de coma.

8.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA

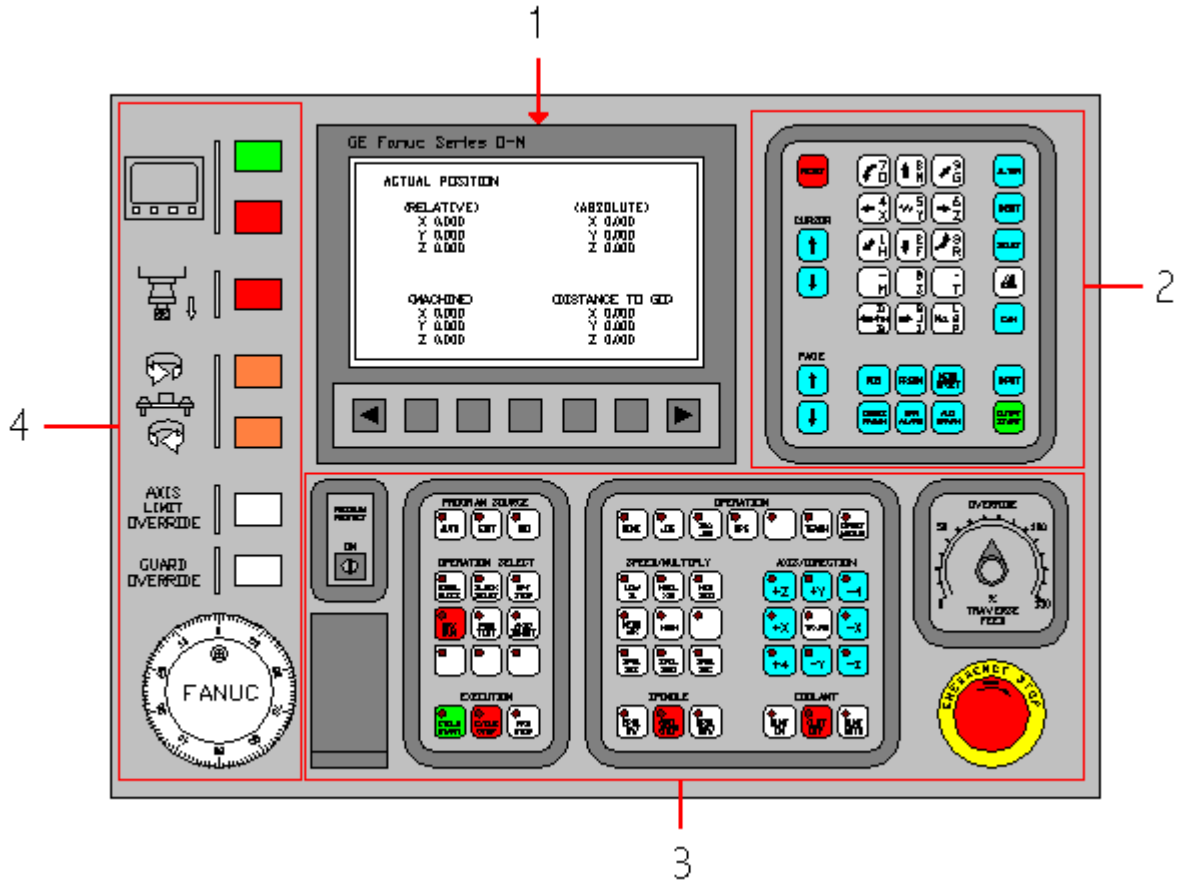


Desplazamiento en el eje X 150 mm
Desplazamiento en el eje Y 100 mm
Desplazamiento en el eje Z 80 mm
Área de montaje de la mesa 90 X 90 mm
Velocidad del husillo 0 a 5000 RPM
Potencia del husillo 3HP
Carrusel automático para 6 herramientas de accionamiento neumático
Duración del cambio de herramientas 7 seg.
Avance del traslado rápido 5 m/min

8.3 PANEL DE CONTROL

El panel de control se compone de diferentes teclados descritos a continuación

1. Pantalla
2. Panel de entrada de datos
3. Panel de operación
4. Botones de control manual



8.3.1 BOTONES DE CONTROL MANUAL

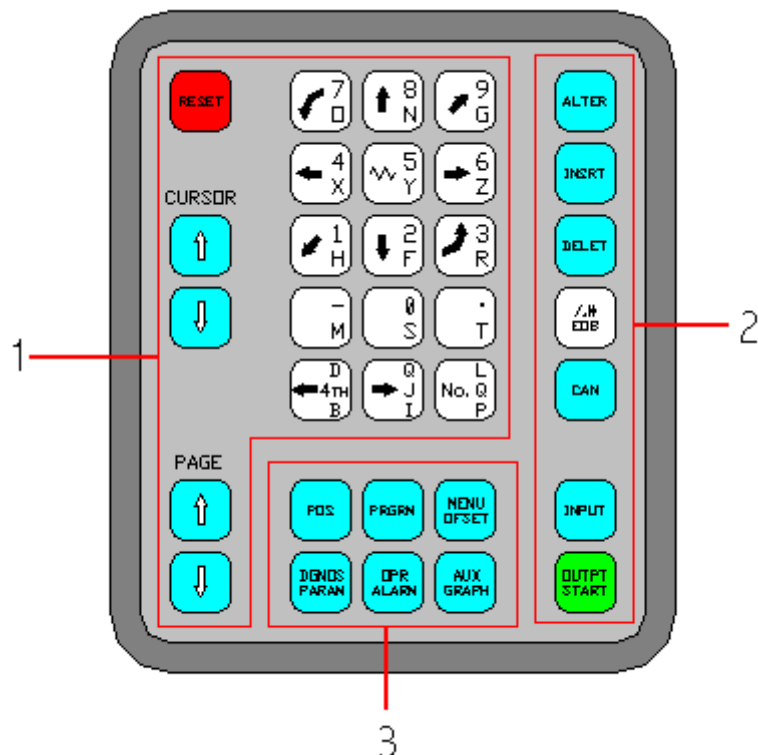
- **Encendido** Enciende la pantalla del CNC
- **Apagado** Apaga la pantalla del CNC
- **Liberar herramienta** Suelta manualmente herramienta del porta herramientas
- **Giro en sentido contrario a las manecillas del reloj** Realiza un avance en el carrusel de herramientas en dicho sentido
- **Giro en sentido a las manecillas del reloj** Realiza un avance en el carrusel de herramientas en dicho sentido
- **Axis limit override** Permite sobrepasar los limites de los ejes
- **Guard override** Quita la protección de sobrepaso de los ejes

- **Manivela** Mueve algunos de los ejes de forma similar a una manivela de una maquina convencional

8.3.2 PANEL DE ENTRADA DE DATOS

Este panel esta dividido en tres secciones

1. teclas de desplazamiento y alfanuméricas
2. teclas de edición
3. opciones de selección



TECLAS DE DESPLAZAMIENTO Y ALFANUMÉRICAS

- **TECLA RESET** Restablece cualquier mensaje de alarma.
- **TECLAS DEL CURSOR** Desplaza el cursor a través de los bloques del programa.
- **TECLAS DE PAGINA** Desplaza el cursor a través de las páginas del programa.
- **TECLAS DE CARACTERES ALFANUMERICOS** Utilizados para introducir la información necesaria en un programa de control numérico.

TECLAS DE EDICIÓN

- **ALTER** Utilizada para alterar los valores de las palabras.
- **INSERT** Utilizada para insertar las palabras en un bloque.
- **DELET** Utilizada para borrar palabras.
- **I, #, E. O. B.** Introduce carácter de final de bloque.
- **CAN** Cancela una palabra antes de que la instrucción E.O.B es introducida.

- **INPUT** Permite la introducción de información a la máquina. Por ejemplo permite la introducción de un programa desde una fuente externa (una computadora)
- **OUTPUT/START** Permite la salida de información de la máquina. Por ejemplo mandar un programa a una fuente externa.

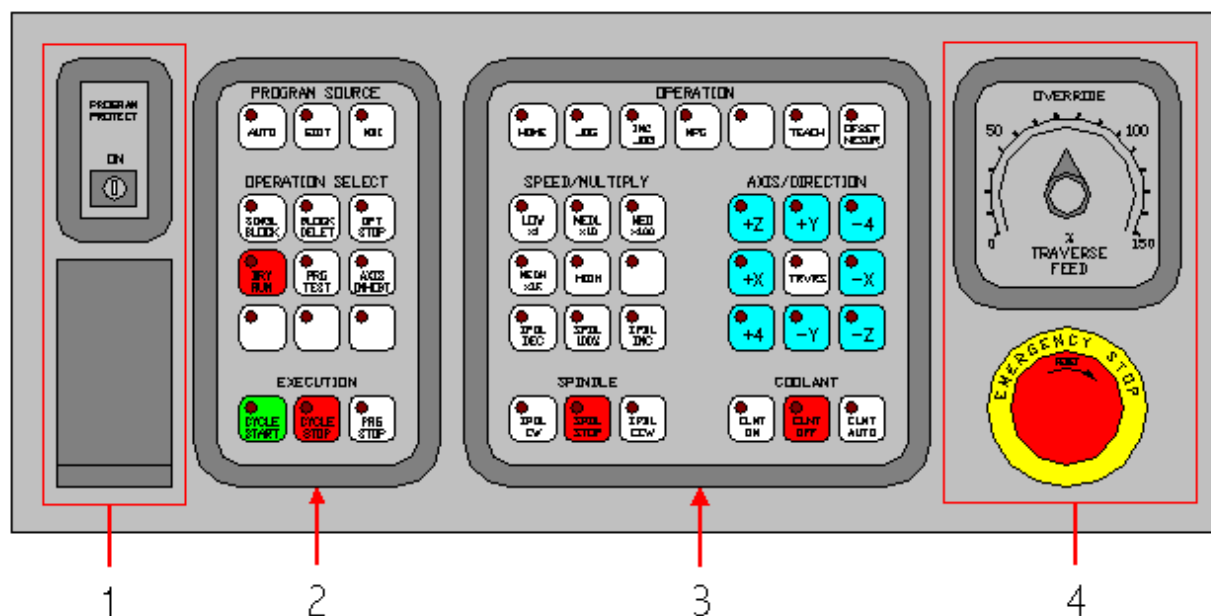
MODOS DE SELECCIÓN DE OPCIONES

- **POS** Posición de la herramienta sobre los diferentes ejes.
- **PRGRM** Selección Del programa a ejecutar.
- **MENÚ OFFSET** Compensadores de herramienta (radio y longitud)
- **DGNOST-PARAM** Diagnostico de la máquina y parámetros de software.
- **OPR-ALARM** Muestra los mensajes de alarma al operador.
- **AUX-GRAPH** Esta máquina no cuenta con esta opción.

8.3.3 PANEL DE OPERACIÓN

El panel de operación, está dividido en cuatro secciones, las cuales son:

1. Unidad de protección de programas
2. Panel de operación automática
3. Panel de operación manual
4. Paro de emergencia y Control de velocidad



8.3.4 UNIDAD DE PROTECCIÓN DE PROGRAMAS

La unidad de protección de programas tiene la función de proteger contra borrado accidental a los programas almacenados en la máquina.

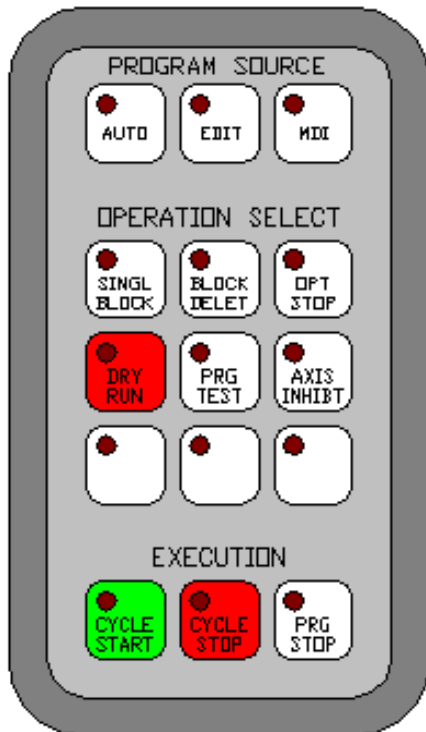
Cuando se encuentra en la posición ON, protege los programas.

Cuando se encuentra en posición OFF, permite la edición completa de programas.

8.3.5 PARO DE EMERGENCIA Y CONTROL DE VELOCIDAD

- **PARO DE EMERGENCIA** Corta toda la energía de todos los motores
- **TRAVERSE FEED (CONTROL DE VELOCIDAD)** Sobre recorrido manual del avance del programa y movimiento rápido. de rangos de avance y dirección de los ejes

8.3.6 PANEL DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA



PROGRAM SOURCE (PROCEDENCIA DEL PROGRAMA)

- **AUTO** Se selecciona para ejecutar un programa
- **EDIT** Se selecciona para editar un programa
- **MDI** (Manual Data Input) o entrada manual de datos Se selecciona para introducir y ejecutar un solo bloque de información

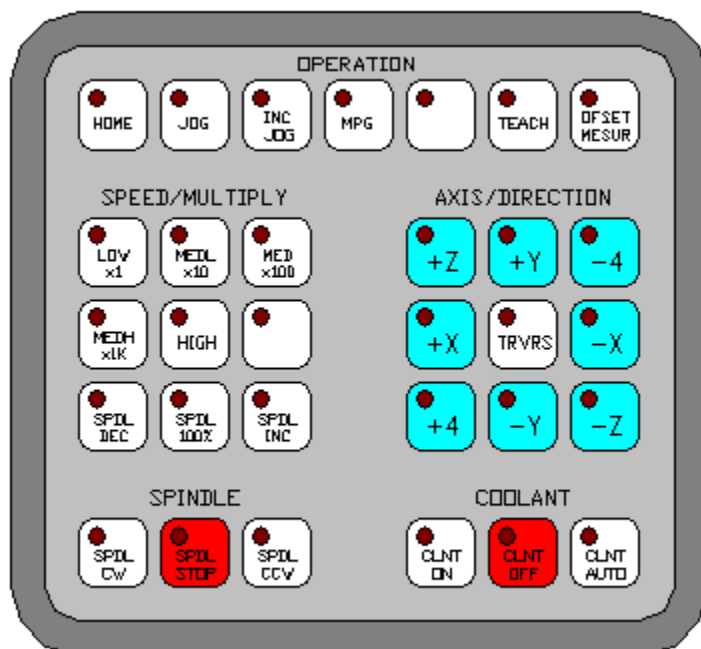
OPERATION SELECT (SELECCIÓN DE LA OPERACIÓN)

- **SING. BLOCK** Permite la ejecución del programa bloque por bloque
- **BLOCK DELETE** Cuando se ejecuta un programa se ignoran aquellos bloques que incluyan el signo / al inicio del bloque
- **OPT STOP** Se usa conjuntamente con la instrucción M01 para programar un paro opcional del programa
- **DRY RUN** Prueba del programa. Esta prueba consiste en ejecutar el programa a una velocidad constante
- **PRG TEST** Prueba del programa. Esta prueba consiste en ejecutar el programa ignorándose todas las funciones M.
- **AXIS INHIBIT** Prueba del programa. Esta prueba consiste en ejecutar el programa inhibiendo todos los ejes

EXECUTION (EJECUCIÓN)

- **CYCLE START** Inicia la ejecución de un programa o un bloque
- **CYCLE STOP** Paro del programa
- **PRG STOP** Paro del programa después de ejecutarse el bloque donde el paro ha sido ordenado

8.6.7 PANEL DE OPERACIÓN MANUAL



OPERATION (OPERACIÓN)

- **HOME** Es lo que se conoce como “cero máquina”, es decir, manda la herramienta hacia esa posición.
- **JOG** Mueve los ejes al avance colocado en el OVERRIDE
- **INC JOG** Mueve los ejes en incremento de 0.001, 0.01 y 1
- **MPG (Manual Pulse Generator)** Generador manual de pulsos habilita la manivela para que al girarla realice el movimiento de los ejes seleccionados con ayuda de las teclas INC, JOG, LOW, MED, MEDL especificamos la magnitud deseada
- **TEACH** Introduce la posición actual de la máquina dentro del programa
- **OFFSET MESUR** Registra la posición actual de desplazamiento para introducir los OFFSET's de la herramienta

SPEED / MULTIPLY (MULTIPLICADOR DE AVANCE)

- **LOW x1** Selecciona para modificar el modo incremental en modo INC JOG o de la manivela
- **MEDL x10** Aumenta el avance al 10%
- **MED x100** Aumenta el avance al 100%
- **MEDH x1k** Multiplicador para el modo INC JOG
- **HIGH** Multiplicador a máxima velocidad
- **SPDL DEC** Disminuye la velocidad del husillo (100%)
- **SPDL 100%** Regresa la velocidad del husillo al valor programado
- **SPDL INC** Incrementa la velocidad del husillo (100%)

AXIS / DIRECTION (DIRECCIÓN DE LOS EJES)

- - **X** Movimiento en dirección negativa en X
- - **Y** Movimiento en dirección negativa en Y
- - **Z** Movimiento en dirección negativa en Z
- **TRVRS** Movimiento rápido
- + **X** Movimiento en dirección positiva en X
- + **Y** Movimiento en dirección positiva en Y
- + **Z** Movimiento en dirección positiva en Z

SPINDLE (HUSILLO)

- **SPDL CW** Giro del husillo en sentido horario
- **SPDL STOP** Detiene el giro del husillo
- **SPDL CCW** Giro del husillo en sentido antihorario

COOLANT (REFRIGERANTE)

- **CLNT ON** Refrigerante activado
- **CLNT OFF** Refrigerante desactivado
- **CLNT AUTO** Refrigerante operado automáticamente por el programa

8.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

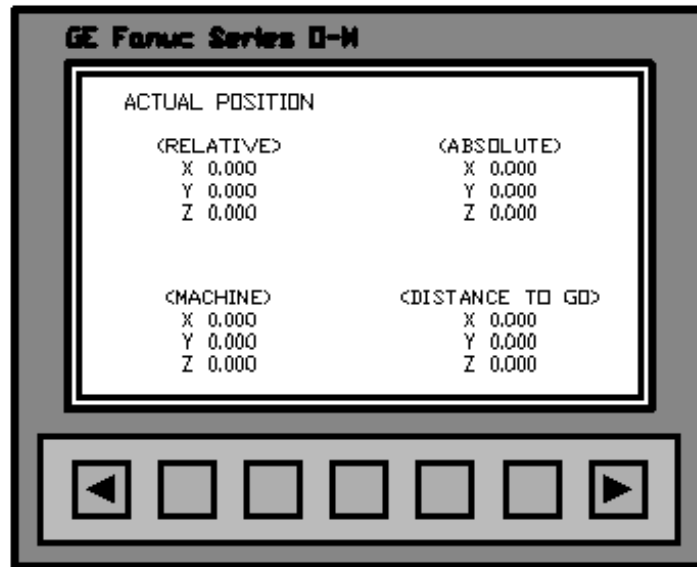
- No colocar objetos arriba o alrededor de la maquina que puedan interferir con la operación de la misma.
- Seguir paso a paso el procedimiento de encendido de la maquina.
- Nunca tratar de remover las herramientas u otro elemento cuando la maquina este ejecutando un programa.
- Si tiene algún problema con los movimientos de los ejes o aparece un mensaje de alarma, consulte a su instructor.
- En caso de una emergencia presiona el botón de " EMERGENCY STOP " localizado en el panel del operador, al presionarlo la maquina se detendrá inmediatamente.

8.5 ENCENDIDO DEL SISTEMA

Nota: Antes de encender la máquina, se tiene que verificar si tiene las condiciones necesarias para trabajar en el caso de ésta máquina TRIAC □APUC verificar que exista aire en el sistema, Asegurarse que la válvula de paso de aire de la maquina se encuentre abierta y cheque La presión en el manómetro localizado en el lado izquierdo inferior de la máquina, la presión deberá de estar entre 90 y 120 Psi; También se deberá de verificar que el depósito de aceite contenga suficiente aceite B:P. CS 68.

1. Energizar la máquina: En la parte posterior de la maquina se encuentra el switch de suministro de energía este tiene dos posiciones " OFF " y " ON " gire la perilla roja a la posición de " ON " para el encendido.

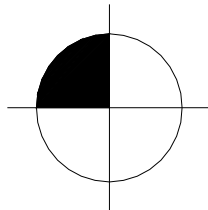
2. Encender el monitor presionando el botón verde que se encuentra en la parte superior izquierda del panel de control.
3. esperar a que la maquina active ventiladores, pantalla, puerta principal, carrusel portaherramientas, mecanismos neumáticos etc.
4. presione la tecla "POS" y posteriormente las flechas azules de PAGE para visualizar las 3 tablas de posiciones. Que son posición absoluta, posición relativa, y posición de maquina



5. deberá observarse que en las tres posiciones los valores de los ejes X, Y, Z deberán de ser cero. Para eso hay que realizar el procedimiento de envío a HOME descrito a continuación.

8.6 POSICION HOME

Las maquinas de CNC tienen un origen propio de maquina en el cual los valores absolutos de X, Y, Z son cero en este cero de maquina los carros ocupan una posición determinada con respecto a la herramienta esto se define como origen maquina y se representa con el siguiente símbolo.



El procedimiento para enviar a HOME es el siguiente:

Se deben mover tanto la herramienta como la bancada a puntos lejanos de HOME

1. presionar la tecla MPG para moverse al cero de maquina manualmente

2. presionamos la tecla JOG. Y girar la perilla de avance al 100% ya que no se realizara ningún movimiento si esta perilla esta en cero
3. Ahora movemos la mesa presionando la tecla +X, en este momento se enciende esta tecla y su contraria -X después moverse con el control manual (perilla en la parte inferior izquierda del controlador) en dirección +X hasta presentar un cambio de dirección deberá aparecer en la pantalla 50.
4. Ahora presionamos la tecla -Y, en ese momento se enciende esta tecla y su contraria +Y después hay que moverse con el control manual en dirección -Y hasta presentar un cambio de dirección. Deberá aparecer en pantalla -50.
5. Ahora presionamos la tecla -Z, la cual se enciende junto con su contraria +Z después bajar la herramienta con el control manual en dirección -Z hasta presentar un cambio de dirección. Deberá aparecer en pantalla un valor de -15.

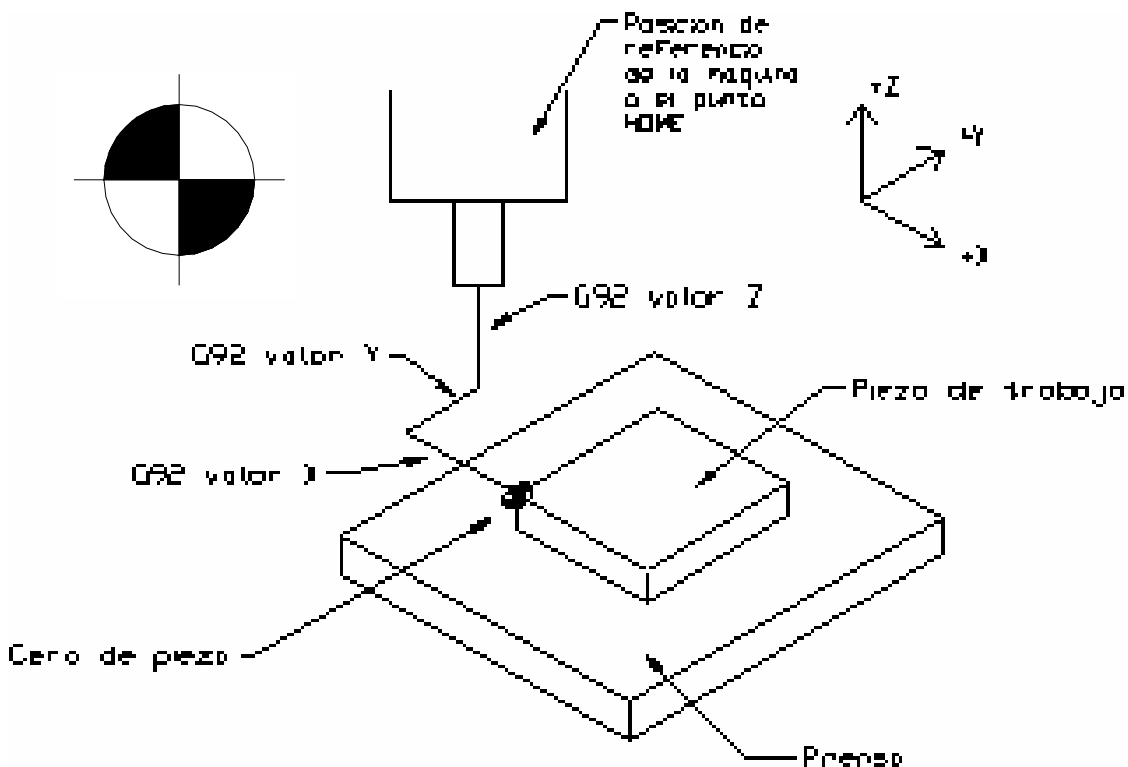
Una vez hecho esto, presionamos la tecla HOME, (verificar que se encienda el led rojo de la tecla) para moverse al cero de maquina por medio de las teclas de los ejes. +Z, +Y, y -X en este orden para que automáticamente la fresa se posicione en HOME

6. presione la tecla +Z solo una vez.; vemos que se mueve la herramienta hacia arriba hay que esperar a que el carro vertical o cabezal realice su movimiento hasta detenerse al llegar a su posición cero de maquina en la pantalla aparece 0.
7. Ahora presionamos la tecla -X solo una vez, y la mesa se moverá hacia el panel de control, esperar a que el carro longitudinal de la mesa realice su movimiento hasta detenerse al llegar a su posición cero de maquina en la pantalla aparecerá 0.
8. Por último presionamos la tecla +Y solo una vez, y se moverá la mesa hacia afuera esperar a que el carro transversal de la mesa realice su movimiento hasta detenerse al llegar a su posición cero de maquina, en la pantalla aparecerá 0.

Hechos estos pasos hemos terminado de mandar a HOME la máquina. Y se encuentra lista para trabajar manual o automáticamente.

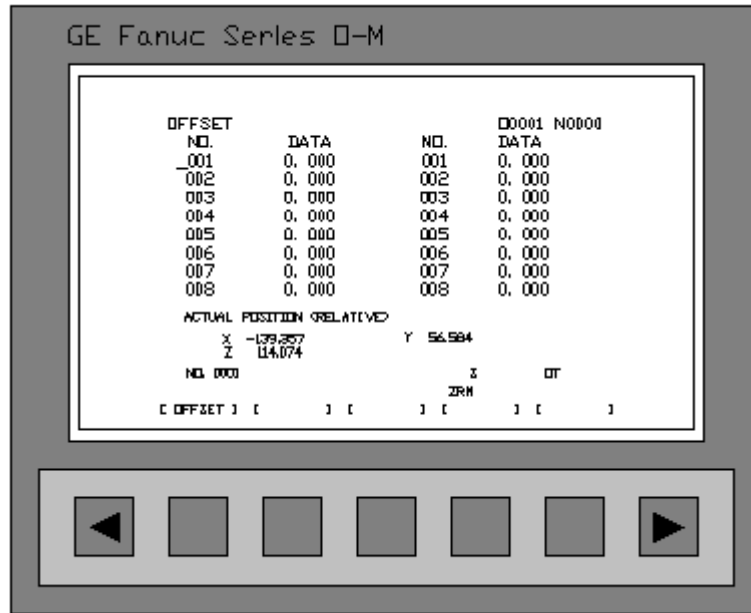
8.7 CERO DE PROGRAMA

También conocido como cero de pieza, Este es el que nos interesa que este localizado en el momento del maquinado por lo tanto hay que trasladar los ejes X, Y, Z desde el origen maquina hasta el nuevo origen de coordenadas correspondientes al cero de pieza representado por el siguiente símbolo



Para realizar esto es necesario utilizar una herramienta que se denomina herramienta de referencia. Estando el cabezal en HOME, se deben seguir los siguientes pasos:

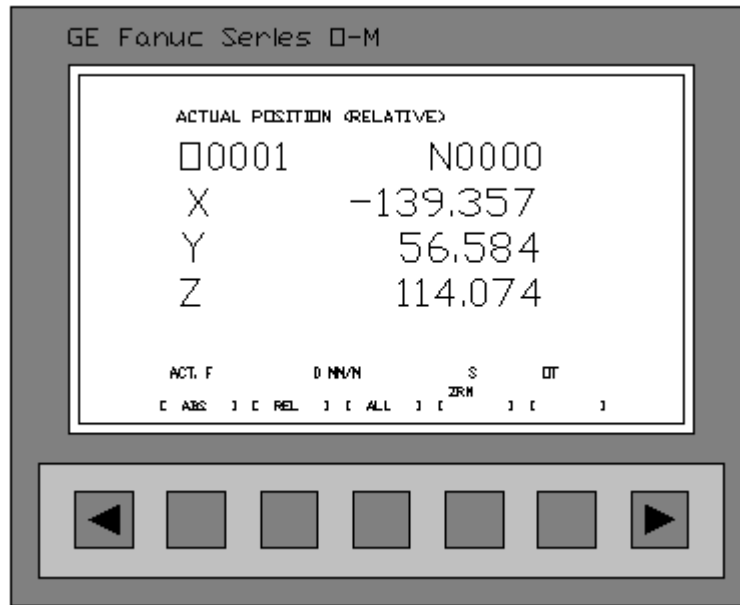
1. Montaje de pieza manualmente. Presionar:” MDI”, abrir puerta (M38), colocar pieza en prensa, y cerrar la puerta (M39).
2. Colocara el carrusel en la herramienta #1 realizar el cambio automático presionando la tecla MDI (Manual Data Input) e introducir la orden M06 T0101 posteriormente presionar la tecla CYCLE START para cambiar a la herramienta con la que se obtendrá el cero de programa.
3. Es necesario observar que esta herramienta tenga valores de cero en la tabla de offset presionando la tecla MENU OFFSET



4. mover la punta de la herramienta a un punto cercano al cero de pieza deseado, (se recomienda utilizar un papel) En modo manual "JOG" se pueden realizar movimientos rápidos controlados con la perilla de avance % TRAVERS FEED. Con el modo INC JOG se pueden realizar movimientos lentos controlados con los multiplicadores de velocidad (teclas LOW x1, MEDL x10 MEDL x100) con el modo MPG se pueden realizar movimientos controlados mediante la manivela HANDWELL. Aclaración solo se puede mover un eje a la vez.
5. Acercar la herramienta a la superficie de la pieza hasta un punto en el que la punta de la herramienta roce la superficie superior.

Nota: una vez posicionada la herramienta en el punto deseado no mover la posición de la herramienta por ningún motivo

6. Presionar la tecla "POS" y posteriormente la tecla debajo de la pantalla (REL) para seleccionar la pantalla de posiciones relativas.



7. Presionar las teclas X, Y, Z. en la pantalla se verán los tres ejes parpadeando con lo cual significara que estarán seleccionados. Posteriormente presionar la tecla "CAN" esto pondrá los valores en ceros.
8. en modo HOME enviar los ejes al cero de maquina es obligatorio e imperante primero empezar con el eje Z presionando la tecla +Z y posteriormente en forma simultanea con los ejes X,Y presionando las teclas -X y +Y Esto hará que la herramienta se mueva a HOME.
9. tomar nota de los valores X, Y, Z, junto con su signo Esto determinara la posición del cero de programa o cero de pieza de trabajo
10. una vez que los tres ejes se encuentran en el cero de maquina y sin movimiento presionar la tecla EDIT y editar el programa de maquinado grabando los valores anotados incluyendo su signo mediante el comando G92 de uso exclusivo de la maquina CNC, este comando deberá de programarse después del comando G21

G92 X__ Y__ Z__

En donde:

G92 = Declaración del cero de programa

X = Distancia del cero de maquina al cero de programa en el eje X

Y = Distancia del cero de maquina al cero de programa en el eje Y

Z = Distancia del cero de maquina al cero de programa en el eje Z

11. En la tabla de offset de herramientas los valores de la herramienta de referencia serán cero

8.8 DECLARACIÓN DE OFFSET DE LAS HERRAMIENTAS RESTANTES

Todas las herramientas restantes que se utilizaran en el programa en particular para la producción para la cual se declaro el cero de programa, se deberá declarar un offset para cada una de ellas siguiendo el siguiente procedimiento:

1. seleccione otra herramienta que utilizara en su proceso de fabricación y que no sea la herramienta de referencia que ya se ajusto. Realice el cambio de herramienta presionando la tecla MDI e introduzca la instrucción M06 T0202
2. llevar o mover esta herramienta solamente hacia la posición de Z cero de la pieza de trabajo (se recomienda utilizar un papel) no es necesario hacerlo para las posiciones X cero, Y cero de la pieza de trabajo
3. presionar la tecla de OFFSET MENU y seleccionar el número de offset que coincida con el número de la herramienta montada en el carrusel de tal manera que el número de herramienta y el número de offset coincidan y sean iguales. Esto es solo por conveniencia técnica
4. presione la tecla EOB y después la tecla numérica 6Z en forma simultanea y mantenerla presionada de tal manera que se mostraran el numero de herramienta en cuestión así como la posición relativa en la parte baja de la pantalla
5. presionar la tecla INPUT para introducir los valores de los offsets en la tabla correspondiente con su valor correspondiente.
6. repetir todo el procedimiento para cada una de las herramientas restantes que se utilizaran en el proceso de fabricación.

En caso de fabricar otra producción diferente con programa y herramientas diferentes se deberá realizar un nuevo ajuste de cero de programa así como otro ajuste de offset de herramientas

8.9 CAPTURAR UN PROGRAMA EN MEMORIA

Para capturar o crear un nuevo programa en la memoria de la maquina se deberán seguir los siguientes pasos:

1. se debe de llevar a OFF la unidad de protección de programas haciendo girar la llave hacia la derecha
2. oprimir la tecla EDIT
3. oprimir la tecla PRGRM
4. oprimir la tecla blanca O (no cero)
5. teclear un numero con el cual se desea identificar el programa
6. oprimir la tecla INSERT y en ese momento nuestro editor de programas está en disposición para que le introduzcamos el programa que deseamos. al terminar de escribir cada renglón oprimir la tecla EOB para indicar que es el final del renglón y oprimir la tecla INPUT para introducir la información
7. si se equivoca al estar introduciendo un comando puede cancelarlo oprimiendo la tecla CAN
8. si ya oprimió la tecla INPUT entonces lo puede cancelar con la tecla RESET

8.10 CONSULTAR UN PROGRAMA ALMACENADO EN MEMORIA

Para observar la lista de programas que se encuentran almacenados en la memoria:

1. oprimir la tecla EDIT
2. oprimir la tecla PRGRM
3. oprimir la tecla P
4. oprimir la tecla INPUT con ello se mostraran en la pantalla todos los programas almacenados en la memoria en forma secuencial

8.11 EDITAR UN PROGRAMA

En caso de que se desee editar un programa almacenado en la memoria de la maquina se debe utilizar el modo EDIT

1. se debe de llevar a OFF la unidad de protección de programas haciendo girar la llave hacia la derecha
2. oprimir la tecla EDIT para entrar al editor de programas.
3. oprimir la tecla PRGRM
4. colocar el cursor en la parte que se desea cambiar
5. oprimir la tecla ALTER
6. introducir la nueva orden
7. oprimir la tecla INPUT

8.12 CORRER UN PROGRAMA

8.12.1 PARA CORRER UN PROGRAMA EN MEMORIA

Una vez que el programa fue escrito en la máquina, se procederá a ejecutar en la memoria de la maquina para verificar que no halla ninguna falla ni problema en el equipo. Esta opción es de gran utilidad ya que nos permite checar el programa a una velocidad mayor que la velocidad real de maquinado sin que la maquina realice desplazamiento alguno con lo cual la maquina comprobara que no existan errores en el programa haciéndolo correr únicamente en la memoria para lo cual se deberán seguir los siguientes pasos:

1. oprimir la tecla EDIT
2. oprimir la tecla PRGRM
3. oprimir varias veces la tecla PAGE que tiene una flecha hacia arriba hasta que el cursor llegue al inicio del programa
4. activar las teclas AUTO, DRY RUN, PRG TEST, AXIS INHIBT localizadas en el panel de operación automática (verificar que el led rojo se encuentre encendido)
5. presione la tecla CYCLE ☐TARA

Mientras la maquina realiza esta comprobación se podrá observar en la pantalla el avance del programa y en caso de existir algún error la maquina presentara un mensaje de alarma

8.12.2 PARA CORRER UN PROGRAMA EN VACIO

Antes de maquinar la pieza se deberá correr el programa en vacío esto es sin material para observar los movimientos que va realizando la maquina y descartar cualquier posibilidad de colisión para ello se deberá seguir el siguiente procedimiento:

1. oprimir la tecla EDIT
2. oprimir la tecla PRGRM
3. oprimir varias veces la tecla PAGE que tiene una flecha hacia arriba hasta que el cursor llegue al inicio del programa
4. activar las teclas AUTO, SINGL BLOCK, OPT STOP, localizadas en el panel de operación automática (verificar que el led rojo se encuentre encendido)
5. colocar la perilla de OVERRIDE en la posición cero para que la maquina no tenga movimiento
6. oprimir la tecla CYCLE ☐TARA por cada renglón del programa
7. Mover la perilla OVERRIDE incrementando la velocidad hasta que la maquina presente movimiento en caso de observar alguna probabilidad de golpe de la herramienta regresar la perilla a cero con lo cual se detendrá el movimiento de la maquina
8. en caso de no poder llevar la perilla de OVERRIDE a cero se puede oprimir el botón rojo de EMERGENCY STOP con lo cual también se detendrá el movimiento de la maquina y evitar algún golpe inesperado.

8.12.3 MAQUINADO PASO POR PASO CON MATERIAL

Una vez que se descarto cualquier posibilidad de error en el programa y cualquier posibilidad de choque al correr el programa en memoria y en vacío podemos montar la pieza a maquinar y realizar el maquinado paso por paso para lo cual se deberá proceder como sigue:

9. activar las teclas AUTO, SINGL BLOCK, OPT STOP, localizadas en el panel de operación automática (verificar que el led rojo se encuentre encendido)
10. colocar la perilla de OVERRIDE en la posición cero para que la maquina no tenga movimiento
11. oprimir la tecla CYCLE START por cada renglón del programa
12. Mover la perilla OVERRIDE incrementando la velocidad hasta que la maquina presente movimiento en caso de observar alguna probabilidad de golpe de la herramienta regresar la perilla a cero con lo cual se detendrá el movimiento de la maquina
13. en caso de no poder llevar la perilla de OVERRIDE a cero se puede oprimir el botón rojo de EMERGENCY STOP con lo cual también se detendrá el movimiento de la maquina y evitar algún golpe inesperado.

8.12.4 MAQUINADO AUTOMÁTICO CON MATERIAL

Finalmente una vez que se verifíco el programa y se maquino la pieza paso por paso ahora se tiene la certeza de que no abra problemas al maquinar la pieza automáticamente con lo cual podemos poner la maquina en automático y dejar que corra solo el programa para comenzar una producción en serie

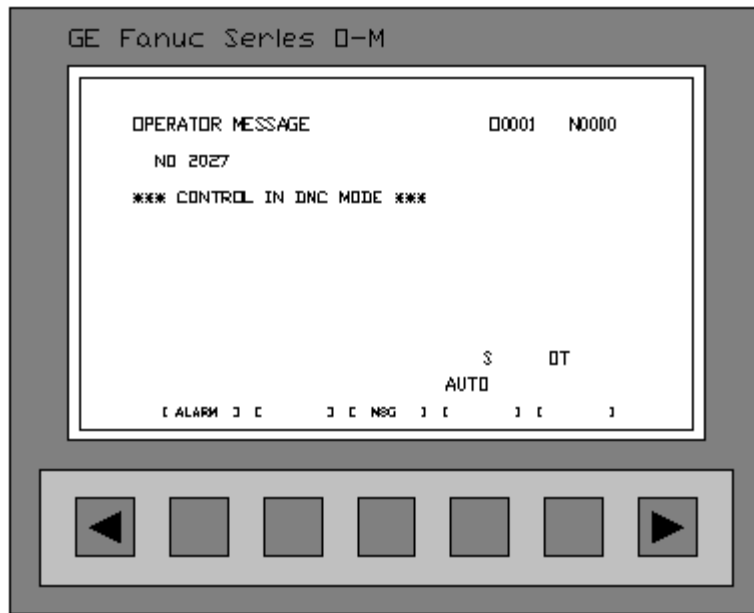
14. oprimir la tecla EDIT
15. oprimir la tecla PRGRM
16. en este paso podemos agregar al programa que abra y cierre la puerta automáticamente lo que es de gran utilidad cuando se trata de producciones en serie. Para abrir la puerta se deberá agregar el comando M38 al programa antes del comando M30 y para cerrar la puerta se deberá agregar el comando M39 después del comando G21
17. oprimir varias veces la tecla PAGE que tiene una flecha hacia arriba hasta que el cursor llegue al inicio del programa
18. Oprimir la tecla blanca AUTO en caso de querer verificar el programa en lo que se refiere a los movimientos que realiza y los comandos que se van introduciendo bloque por bloque oprima tres veces la tecla PAGE que tiene una flecha hacia abajo y aparecerá la pantalla PROGRAM CHECK
19. oprimir la tecla CYCLE START con lo cual comenzara a correr el programa

8.12.5 MAQUINADO EN MODO DNC

El modo DNC (Direct Numerical Control) o control numérico directo es utilizado para maquinar programas que debido a su gran tamaño no es posible almacenarlos en la memoria de la maquina siendo necesaria la transmisión directa de datos desde la computadora personal (PC) a la unidad de control de la maquina a través de una línea de conexión serial RS-232, para realizar este tipo de maquinado es necesario seguir los siguientes pasos

Preparación de la maquina DENFORD

1. oprimir la tecla MDI seguida de la tecla PROGRAM
2. teclear el comando M29 seguido de la tecla INPUT
3. Llevar la perilla para control de velocidad (% TRAVERSE FEED) a cero
4. oprimir la tecla CYCLE START
5. aparecerá la siguiente pantalla que indica que el control esta en modo automático



6. oprimir nuevamente la tecla CYCLE START con lo cual aparecerá parpadeando el mensaje LSK en la parte inferior derecha de la pantalla lo cual indicara que la maquina esta lista para recibir el programa

Preparación de la computadora

7. desde el simulador DENFORD y con el mismo numero de programa a enviar en pantalla oprimir la tecla F10 del teclado para llamar al menú principal
8. seleccionar la opción SETTINGS para ajustar los parámetros de comunicación entre la maquina y la computadora esta opción lo enviara a un cuadro de opciones de nombre CHANGE SETTINGS
9. seleccionar la opción REMOTE LINK con la cual aparecerá el siguiente cuadro de dialogo de nombre CHANGE REMOTE LINK

Change Remote Link	
Device name	COM1
Baudrate	9600
Parity	Even
Data bits	7
Stop bits	1
Send line-feeds	Yes
End-of-file	ctrl-Z
Send XOFF at % full	100

Introducir los valores tal como se muestran en el cuadro de dialogo y presione la tecla F10 para salir de ahí y regresar al menú principal.

10. seleccionar la opción REMOTE LINK del menú principal
11. seleccionar SEND TO DEVICE
12. confirmar a la pregunta READY TO SEND? Con la tecla Y
13. Oprimir la tecla ENTER en la computadora para el envío del programa en este punto en la pantalla de la maquina se vera el programa grabado con el mensaje de INPUT parpadeando mientras que en la computadora aparecerá un mensaje indicando el envío del programa

8.13 OPERAR EN EL MODO MDI (MANUAL DATA INPUT)

Para introducirse en el modo MDI seguiremos estos pasos:

Primero tecleamos MDI, después PRGM. Una vez que en la pantalla se ha visualizado el modo MDI se procederá a introducir los códigos G y M para la operación manual deseada seguida de la tecla INPUT y la tecla CYCLE START por ejemplo

1.-seleccionar la herramienta uno

- a) oprimir MDI
- b) Oprimir PRGRM
- c) Teclear el comando M06 con las teclas alfanuméricas y posteriormente oprimir la tecla azul INPUT
- d) Teclear el comando T01 posteriormente oprimir la tecla INPUT
- e) Oprimir la tecla verde CYCLE START esquina inferior izquierda

2.- Abrir la puerta

- a) Oprimir MDI
- b) Oprimir PRGRM
- c) Teclear el comando M38 INPUT
- d) Oprimir CYCLE START

3.- Cerrar la puerta

- a) Oprimir MDI
- b) Oprimir PRGRM
- c) Teclear el comando M39 INPUT
- d) Oprimir CYCLE START

8.14 TRANSFERENCIA DE PROGRAMAS DE LA COMPUTADORA A LA MAQUINA

Para transferir un programa de la computadora PC a las maquinas DENFORD. Es necesario realizar la conexión mediante un cable serial conectado al puerto RS-232 (conector de 25 pines macho) de la maquina localizado en la parte inferior derecha de la

maquina mientras que el otro extremo será conectado a la computadora en el puerto paralelo normalmente designado para la impresora (conector de 25 pines hembra) o en el puerto serial (conector de 9 pines hembra) con un adaptador. Para realizar el envío de cualquier programa será necesario contar con el simulador DENFORD instalado en la computadora o en su caso un software específico para comunicación interserial. Se deberán seguir los siguientes pasos:

Preparación de la maquina:

1. abrir la memoria con la llave especial de tal manera que la memoria estará lista para grabar el contenido del programa en caso de no abrir la memoria no se realizara la transferencia y la pantalla presentara una alarma
2. en el panel de control de la maquina oprimir la tecla EDIT después oprimir la tecla PRGRM con esto la maquina estará lista para teclear el numero de programa a ser transferido seguido de la tecla INPUT (por ejemplo O1234)
3. oprimir la tecla INPUT nuevamente en estos momentos aparece en pantalla en la parte inferior derecha un letrero parpadeante LSK lo cual indicara que la maquina esta lista para recibir el programa

Preparación de la computadora

4. desde el simulador DENFORD y con el mismo numero de programa a enviar en pantalla oprimir la tecla F10 del teclado para llamar al menú principal
5. seleccionar la opción SETTINGS para ajustar los parámetros de comunicación entre la maquina y la computadora esta opción lo enviara a un cuadro de opciones de nombre CHANGE SETTINGS
6. seleccionar la opción REMOTE LINK con la cual aparecerá el siguiente cuadro de dialogo de nombre CHANGE REMOTE LINK

Change Remote Link	
Device name	COM1
Baudrate	9600
Parity	Even
Data bits	7
Stop bits	1
Send line-feeds	Yes
End-of-file	ctrl-Z
Send X0FF at % full	100

Introducir los valores tal como se muestran en el cuadro de dialogo y presione la tecla F10 para salir de ahí y regresar al menú principal.

7. seleccionar la opción REMOTE LINK del menú principal

8. seleccionar SEND TO DEVICE
9. confirmar a la pregunta READY TO SEND? Con la tecla Y
10. Oprimir la tecla ENTER en la computadora para el envío del programa en este punto en la pantalla de la maquina se vera el programa grabado con el mensaje de INPUT parpadeando mientras que en la computadora aparecerá un mensaje indicando el envío del programa
11. revisar el programa en la maquina y compararlo con el de la computadora en caso de existir alguna diferencia inmediatamente editar el programa o enviarlo de nuevo desde la PC

8.15 TRANSFERENCIA DE PROGRAMAS DE LA MAQUINA A LA COMPUTADORA

Para Enviar los programas de la maquinas DENFORD a la computadora PC se deben seguir los siguientes pasos:

Preparación de la computadora

1. en el simulador DENFORD oprima la tecla F10 para ingresar al menú principal
2. seleccione la opción REMOTE LINK y presione ENTER
3. seleccione la opción LOAD FROM DEVICE y presione ENTER
4. Con esto la computadora estará lista para recibir el programa de la maquina

Preparación de la maquina

5. En la maquina DENFORD girar la llave de protección de programas,
6. llamar el programa que se desea transferir a la computadora
7. oprimir la tecla I/O de la parte inferior de la pantalla
8. oprimir la tecla PUNCH de la parte inferior de la pantalla
9. con esto la maquina comenzara la transferencia del programa hacia la computadora

8.16 APAGADO DEL SISTEMA.

1. Presionamos la tecla **POS.** Y verificar en el indicador MACHINE que todos los ejes estén en cero es decir que la maquina se encuentre en home
2. para apagar el panel de control Presionamos el botón rojo localizado en la parte superior izquierda del panel de control.
3. finalmente damos vuelta a la posición de " OFF " a la perilla roja de el switch de suministro de energía localizada en la parte posterior de la maquina

CONCLUSIONES

La conjunción de mejores maquinas-herramienta y el desarrollo de nuevos materiales para las herramientas de corte, aunadas a la evolución de las computadoras , han dado origen a las maquinas-herramientas con Control Numérico Computarizado (C. N. C.).

En la actualidad, la industria manufacturera ha tenido un desarrollo muy grande e importante, lo que implica el uso de maquinas con C.N.C. Con lo que respecta a las maquinas-herramienta con C.N.C., se emplean cada vez mas no solo para cortar metales sino también para conformarlos. El alto grado de automatización, es aplicado ahora con la ayuda de computadoras, las cuales nos ofrecen una mayor versatilidad para el mecanizado, a demás de tener una mayor rapidez y precisión durante el proceso, así como una mejor productividad, ya que se tiene menor desperdicio de material.

El mecanizado con Máquinas de Herramientas de Control Numérico Computarizado, es una buena opción para el mecanizado de piezas muy complejas o para trabajos que sean muy laboriosos en maquinas-herramientas convencionales. Una de las características principales de estas tecnologías son el cambio automático de herramientas y el posicionamiento automático de la pieza de trabajo, con lo cual se reducen tiempos de preparación proceso y entregas.

Con el paso del tiempo sea originado la necesidad de personal cada vez mas capacitado capaz de realizar diseños por computadora en sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora) y con experiencia en programación y manufactura con maquinas CNC y en el uso de herramientas de corte industrial de carburo, de cerámica, de diamante, o en las de titanio en sus diferentes formas y aplicaciones.

La programación y manufactura con maquinas C.N.C. en conjunto con sistemas CAD, acelera la realización de programas para piezas complejas, esto aunado a simuladores para maquinas con control Fanuc reduce tiempos de producción de piezas.

BIBLIOGRAFIA

- AUTOCAD 14.
Bill Burchard, David Pitzer, Francis Soen.
Prentice Hall Hispanoamericana.
- APUNTES CNC CECYT No 10 IPN.
Ing. Jorge Fuentes.
- APUNTES SEMINARIO DISEÑO Y MANUFACTURA EN CONTROL NUMÉRICO.
IPN CECYT Lázaro Cárdenas.
Licenciado Francisco Chávez Aparicio.
Ing. Maximino González Pineda.
PROF. Jesús Tapia González.
- APUNTES DE INGENIERIA INDUSTRIAL IPN UPIICSA.
Ing. Iván Escalona.
- APUNTES SEMINARIO SISTEMAS DE CAD CAM APLICADOS EN EQUIPOS CNC .
IPN ESIME Culhuacan.
Ing. Carlos Silva Hernández.
Ing. Sánchez Cortes Isaías.
- APUNTES CENTRO INTEGRADO DE MANUFACTURA CIM.
TECNOLOGICO DE MONTERREY CAMPUS CHIHUAHUA.
Ing. Raul Salas.
Ing. Alonso Mena Chacon.
- FOLLETO CENTRO DE MAQUINADO TRIAC.
Norry Many Manzay.
- FUNDAMENTOS DE COMPUTACIÓN.
Arechiga R., Corchado J.
Zacatenco, S.A.
- FUNDAMENTOS DE LAS MAQUINAS DE CONTROL NUMÉRICO.
Alarcón Cano Santiago.
- LAS MAQUINAS-HERRAMIENTA CON CONTROL NUMÉRICO.
Arriaga Segundo Leobardo.
I.P.N.
- EL CONTROL NUMÉRICO EN LAS MAQUINAS-HERRAMIENTA
Gonzáles Núñez Juan.
C.E.C.S.A.