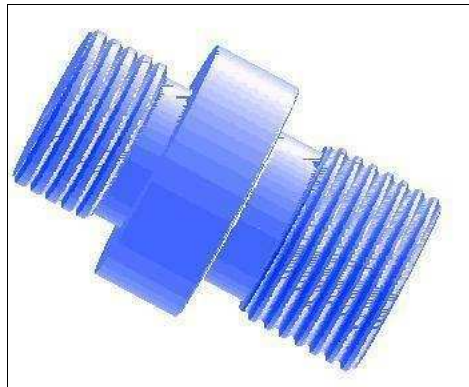


FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES

***PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS
CNC***



M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez.

Agosto de 2008

INTRODUCCIÓN

En el ambiente de control numérico, se define a un sistema controlado numéricamente, como una máquina o proceso controlado por un programa. El programa esta formado por un conjunto de números y letras que siguen un estándar por la EIA (Electronic Industries Asociation) ó la ISO (International Standars Organization).

La evolución del control numérico desde el manejo de cintas de papel perforadas para la codificación del programa, hasta el manejo de sistemas CAD/CAM ha dado origen a la necesidad de conocer diferentes áreas y terminologías; algunos ejemplos son los siguientes:

CAD: Computer Aided Design (Diseño asistido por computadora).

CAM: Computer Aided Manufacturing (Manufactura asistida por computadora).

NC: Numerical Control (Control numérico).

CNC: Computer Numerical Control (Control numérico computarizado).

El control numérico involucra diferentes áreas de conocimiento que son necesarias para el mejor aprovechamiento de la tecnología disponible, dichos conocimientos están íntimamente relacionados y se vuelve imperiosa la necesidad de manejarlos de manera simultánea.

La responsabilidad de un ingeniero de procesos o de manufactura, generalmente tiene relación con la interpretación del diseño que se presenta en el dibujo de la pieza, la elección de la herramienta de corte, la generación del programa óptimo de NC, su verificación y puesta a punto para la corrida de producción.

Actualmente, en la industria es frecuente el uso de programas para computadora que ayudan, facilitan y simplifican el trabajo. El contenido de este trabajo busca dar una visión general de uno de estos programas, ya que se trata de una herramienta invaluable en la fabricación y manufactura de piezas mecánicas que con la ayuda de maquinas CNC, es posible lograr las geometrías necesarias para la satisfacción de un cliente.

CAPÍTULO 1

PRINCIPIOS DE CAD/CAM

Este capítulo trata sobre el diseño asistido por computadora (CAD, Computer Aided Design) y la manufactura asistida por computadora (CAM, Computer Aided Manufacturing). Con estas herramientas informáticas se diseñan las piezas y se realizan cálculos muy confiables sobre sus dimensiones, pesos, esfuerzos y centros de gravedad sin tener que realizarlas físicamente. Permite reducir el costo y el tiempo necesario para la fabricación de cualquier pieza. Por medio del CAM se consigue programar la maquinaria utilizada en los procesos productivos, reduciendo los tiempos necesarios para el cambio de series.

1.1.- CONCEPTOS

Cronológicamente, los sistemas CAD fueron los primeros en aparecer, luego aparecieron los CAM y finalmente se llegó al concepto CIM (Computer Integrated Manufacturing); Esto ocurrió así debido a que cada nuevo sistema se basó en el anterior o al menos lo usó como base.

Muchos de los sistemas CAD/CAM en uso están diseñados y pensados para automatizar funciones manuales, independientemente de si la función en particular que cumplirán será un análisis ingenieril, diseño conceptual, dibujo, documentación o la programación de la maquinaria de manufactura e inspección.

1.2.- TECNOLOGÍA CAD

Es un sistema que incorpora uno o más computadoras para realizar algunas de las funciones y los cálculos necesarios en el proceso de diseño.

La principal característica de un sistema CAD es que permite diseñar en forma interactiva y al mismo tiempo facilita la definición y construcción de una base de datos que alimenta todo el sistema de información interno de una empresa. Otro aspecto importante es la abolición del papel para los diseños realizados, ya que se pueden almacenar en medios ópticos y/o magnéticos.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

Este sistema utiliza varias tecnologías como son sistemas gráficos para computadora, CAE (Computer Aided Engineering) que se utiliza para evaluar y efectuar el análisis de ingeniería de una pieza.

1.3.-TECNOLOGÍA CAM

Es un sistema que incorpora una o más computadoras para llevar a cabo tareas de organización, programación y control de las operaciones necesarias para la manufactura del producto, se encarga de la utilización de la informática en la automatización y control de los procesos de producción desde el control de máquinas-herramientas hasta la gestión de producción, almacenamiento y transporte.

Este sistema incluye tecnologías que emplean: Máquinas - herramientas controladas numéricamente (MHNC), Sistemas Flexibles de Manufactura (FMS) e inspección asistida por computador.

Un FMS es un sistema integrado que incluye distintas tecnologías de automatización para obtener flexibilidad en las operaciones de un taller de trabajo, disminuyendo el costo de la producción.

La inspección asistida por computadora recopila automáticamente la información del control de calidad y la analiza estableciendo informes estadísticos, aislando problemas del proceso de producción. La tecnología CAM está relacionada con la robótica.

La tecnología CAM tiene ventajas en cuanto a la productividad de la fuerza de trabajo, mejor calidad del producto y menor tiempo de preparación, además permite:

- *Extracción automática de información de los dibujos CAD para poder realizar la conversión a programas de control numérico y robots.*
- *Planeación automática de procesos.*
- *Diseño y operación de pruebas y medidas automatizadas a las piezas y ensambles para garantizar de esta manera la calidad de los productos.*

Al implementar un sistema CAD/CAM se obtienen los beneficios siguientes:

- *Disminución del ciclo de producción*
- *Integración de la ingeniería a funciones como el diseño, análisis y manufactura*
- *Incrementa la productividad*
- *Disminuye tiempos de dirección de procesos*
- *Planeación eficiente y control de la calidad*
- *Mejora el control de procesos de producción*
- *Reducción de costos de producción*
- *Precios más competitivos de los productos ofrecidos*
- *Mayor precisión y rapidez durante la creación de diseños.*

1.4.- SISTEMAS CAD/CAM

La implementación de sistemas CAD/CAM es una decisión fundamental que depende de la tecnología que se necesitará en una empresa-trabajo en particular. Si el trabajo que se realizará es una sola pieza, que a largo plazo solo sufrirá pequeñas modificaciones, se necesitará un sistema CAD simple; en cambio, si se habla de productos con múltiples piezas y con necesidad de intercambiabilidad, estamos hablando de una computadora con mayores prestaciones y un software más potente.

En el mundo del CAD/CAM, el primer foco está apuntando a la geometría del diseño. Es al mismo tiempo, la herramienta con la que el sistema se construye y la primera constante en cualquiera de sus aplicaciones. Muchos sistemas CAD/CAM disponibles están confinados a la creación de diseños y dibujos a través de los gráficos de una computadora. Otros proveen un juego más comprensivo de herramientas y geometría, tal y como lo permite la geometría actual. En la figura 1.1 se muestra un esquema de cómo opera un sistema CAD/CAM.

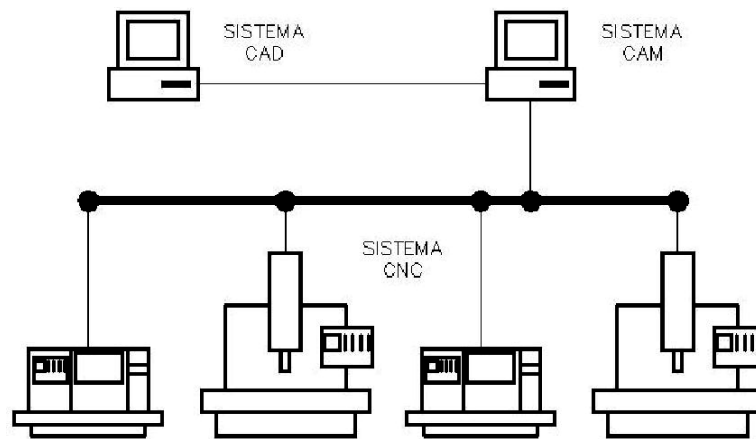


Figura 1.1.- Esquema de un sistema CAD/CAM

El modelado en tres dimensiones (3D) es la puerta de entrada a un ambiente CAD/CAM completo; a pesar de que los sistemas 3D no son ocupados necesariamente para todos los ambientes de diseño, ingeniería y manufactura, muchos de los sistemas tridimensionales CAD/CAM pueden replicar las funciones de sistemas 2D y 3D si así se requiere. El modelado por sólidos es el último método de diseño de geometría para el ambiente CAD/CAM.

1.5.- APLICACIONES

La base de cualquier sistema CAD/CAM es la plataforma de software usada en generar y documentar el modelado de una parte o documento y es el llamado corazón del sistema.

Es a través de aplicaciones que la verdadera eficiencia de los sistemas CAD/CAM en términos de ahorro en producción y costos relacionados con el proceso se pueden ver realizadas.

Las aplicaciones en el ambiente CAD/CAM pueden ser clasificadas en: Función, Diseño, Análisis, Documentación, Planeación de producción, Manufactura, Control de calidad, Simulación, Soporte logístico etc.

Al manejar aplicaciones de manufactura, el proceso se puede dividir en dos categorías: generación y uso. Lo más importante es la generación de datos, y su transmisión está en manos de la correcta implementación del CAM, el cual en el sistema CAD/CAM

implica que el diseño y la manufactura están estrechamente ligados. La idea es que el CAM utilice los datos generados por el CAD adecuadamente.

El rango y la profundidad de las aplicaciones CAM varían hoy enormemente y abarcan desde máquinas herramientas relativamente simples hasta aquellas altamente automatizadas que predominantemente se manejan a través de gráficos y generación de superficies.

Una lista parcial de aplicaciones actuales de manufactura con CAD/CAM se presenta a continuación:

Oxicorte, taladrado, perforado, maquinado, soldado, colocación y ensamble de piezas, diseño de herramientas, diseño de moldes, doblado de tubos, extrusión, estampado y embutido, programación de robots, impresión de tableros de circuitos y recubrimiento de cables.

1.6.- VENTAJAS DE LOS SISTEMAS CAD/CAM

Los sistemas CAD/CAM nacieron como una herramienta para facilitar el manejo de grandes cantidades de información gráfica de diseño de objetos, debido a la gran complejidad inherente al manipular tanta información.

Las principales ventajas de los sistemas CAD son la rapidez de cálculo y determinación de información convencional como ángulos, coeficientes de diversa índole, y en general valores matemáticos de cálculo fácil pero laborioso. También es muy fácil cambiar los datos del problema o la perspectiva del diseño sin tener que recalcular todo manualmente, a diferencia del dibujo tradicional., esto es, se pueden probar diferentes variantes de cada modelo en poco tiempo, ahorrando tiempo y dinero en encontrar la mejor alternativa de diseño.

Respecto al CAM, las ventajas de automatizar la producción son la consistente economía en el costo de manufactura (a pesar de que la inversión inicial puede ser muy alta), la gran disminución en tiempo de producción por artículo, y la poca dificultad para cambiar la línea de producción y la disminución de riesgos para operarios humanos en ambientes hostiles o peligrosos.

CAPÍTULO 2

PROGRAMACIÓN CNC Y PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA

2.1.- EL CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL

2.1.1.- GENERALIDADES DEL CNC.

Actualmente existe un ambiente de grandes expectativas e incertidumbre. Mucho de esto se debe a los rápidos cambios en la tecnología actual, pues estos no permiten asimilarla en forma adecuada de modo que es muy difícil sacar su mejor provecho. También hay cambios 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 importantes.

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

Uno de los elementos importantes dentro de éste resurgimiento de la automatización con las máquinas-herramientas de control numérico computarizado (máquinas CNC), las cuales brindan algunas ventajas adicionales que es muy importante considerar detenidamente, lo cual es uno de los propósitos de éste trabajo.

2.1.2.- DIFICULTADES EN LA INDUSTRIA

Entre los problemas industriales que enfrentan los países desarrollados se encuentran los siguientes:

- *Existe cada vez mayor exigencia en la precisión*

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

- *Los diseños son cada vez más complejos*
- *La diversidad de productos hace necesario la tendencia a estructuras de producción más flexibles.*
- *Se tiende a incrementar los tiempos de inspección*
- *Los costos de fabricación de moldes es mayor y se hace necesario minimizar errores.*
- *El tiempo de entrega de los productos tiende a ser cada vez más reducido*
- *La formación de instructores es cada vez más difícil, pues se hace necesario personal cada vez más experimentado.*

2.1.3.- TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN.

Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente la solución más adecuada.

Los tipos automatización son:

- *Control automático de procesos.*
- *El procesamiento electrónico de datos.*
- *La automatización fija.*
- *El control numérico computarizado*
- *La automatización flexible.*

El control automático de procesos, se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un ejemplo podría ser la refinación del petróleo.

El proceso electrónico de datos frecuentemente se relaciona con los sistemas de información, centros de computo, etc. Sin embargo, en la actualidad también se considera dentro de esto, la obtención, análisis y registros de datos a través de interfases y computadores.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

La automatización fija es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo, estos sistemas se han flexibilizado al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los Controladores Lógicos Programables (PLC's)

Un mayor nivel de flexibilidad lo poseen las máquinas de control numérico computarizado. Este tipo de control se ha aplicado con éxito a máquinas-herramientas CNC. Pudiendo mencionar entre ellas a las siguientes:

- *Fresadoras*
- *Tornos*
- *Maquinas de electroerosión*
- *Corte mediante flama*
- *Corte por LASER*
- *Trabajo en madera*
- *Mecanizado hidrodinámico (Water-Jet)*

2.1.4.- EL FACTOR HUMANO Y LAS MAQUINAS CNC

En esta sección se verá el tipo de conocimientos y/o habilidades que debe poseer un operador CNC.

El operador de CNC deberá tener conocimientos de geometría, álgebra y trigonometría, también deberá conocer sobre la selección y diseño de herramientas de corte y dominar las técnicas de sujeción

2.2.- CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO

2.2.1.- ¿QUÉ ES EL CNC?

El término CNC se refiere al control numérico de máquinas, generalmente máquinas-herramientas. Normalmente este tipo de control se ejerce a través de una computadora y la máquina está diseñada a fin de obedecer las instrucciones de un programa dado, lo cual se ejerce a través del proceso siguiente:

- *Dibujo del producto*

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

- *Programación*
- *Interfase*
- *Máquinas-herramientas CNC.*

La Interfase entre el programador y la MHCN se realiza a través de dispositivos, el cual puede ser: una cinta perforada y codificada, cintas magnéticas con la información del programa, o una computadora a través de la cual se proporciona la información necesaria.

- *Mayor precisión y mejor calidad de productos.*
- *Mayor uniformidad en los productos producidos.*
- *Un operario puede operar varias máquinas a la vez.*
- *Fácil procesamiento de productos de apariencia complicada.*
- *Flexibilidad para el cambio en el diseño y en modelos en un tiempo corto.*
- *Fácil control de calidad.*
- *Reducción en costos de inventario, traslado y de fabricación en los modelos y abrazaderas.*
- *Es posible satisfacer pedidos urgentes.*
- *No se requieren operadores con experiencia.*
- *Se reduce la fatiga del operador.*
- *Mayor seguridad en las labores.*
- *Aumento del tiempo de trabajo en corte por maquinaria.*
- *Fácil control de acuerdo con el programa de producción lo cual facilita la competencia en el mercado.*
- *Fácil administración de la producción e inventario lo cual permite la determinación de objetivos o políticas de la empresa.*
- *Permite simular el proceso de corte a fin de verificar que este sea correcto.*

Sin embargo no todo son ventajas y entre las desventajas se pueden citar las siguientes:

- *Alto costo de la maquinaria.*

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

- *Falta de opciones o alternativas en caso de fallas.*
- *Es necesario programar en forma correcta la selección de las herramientas de corte y la secuencia de operación para un eficiente funcionamiento.*
- *Los costos de mantenimiento aumentan, ya que el sistema de control es más complicado y surge la necesidad de entrenar al personal de servicio y operación.*
- *Es necesario mantener un gran volumen de producción a fin de lograr una mayor eficiencia de la capacidad instalada.*

2.3.- PROGRAMACIÓN CNC.

El CNC tuvo su origen a principios de los años cincuenta en el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT), en donde se automatizó por primera vez una gran fresadora.

En ésta época, las computadoras estaban en sus inicios y eran tan grandes que el espacio ocupado por la computadora era mucho mayor que el de la fresadora.

Hoy en día, las computadoras son cada vez más pequeñas y económicas, con lo que el uso del CNC se ha extendido a todo tipo de maquinaria, por ejemplo: tornos, rectificadoras, punzonadoras, electroerosionadoras, etc.

El término “Control Numérico” se debe a que las órdenes dadas a la máquina se indican mediante códigos numéricos, por ejemplo, para indicarle a la máquina que mueva la herramienta describiendo un cuadrado de 20 mm por lado se le darían los siguientes códigos:

G90 G71

G00 X0.0 Y0.0

G01 X20.0

G01 Y20.0

G01 X0.0

G01 Y0.0

2.3.1.- EJES Y MOVIMIENTOS

El torno y centro de maquinados de control numérico, tienen similitudes en su operación y en los códigos que se manejan dentro del programa de Control Numérico que se les suministre.

Ambas máquinas tienen un controlador, utilizándose en este trabajo el controlador FANUC , ya que es uno de los más utilizados en el mercado.

Las instrucciones del programa de control numérico que mueven la herramienta, tienen una relación directa con el tipo de movimiento y el eje o ejes en los cuales se lleva a cabo.

2.3.2..- EJES.

Un centro de maquinado posee tres ejes: X, Y e Z como se muestra en la figura 2.1.

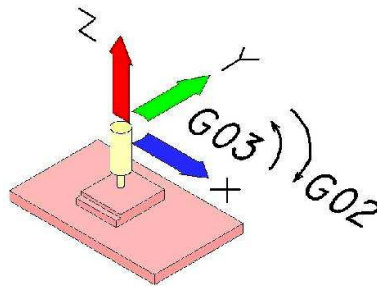


Figura 2.1- Ejes que se utilizan en un centro de maquinado.

El torno cuenta con dos ejes de movimiento: X Y Z como se ilustra en la figura 2.2.

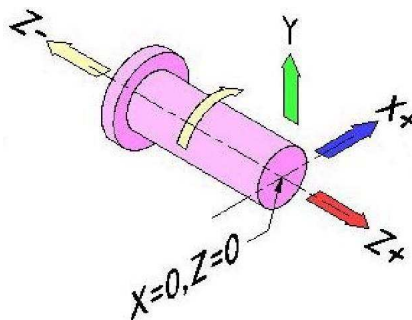


Figura 2.2.- Ejes que se utilizan en el torno.

2.3.3.- MOVIMIENTOS

Se dice que un movimiento libre de la herramienta sin que ésta tenga contacto alguno con la pieza es un movimiento en vacío, y si se desea que éste se ejecute a la máxima velocidad permisible por la máquina, entonces se codifica con la instrucción G00, conociéndose también como interpolación lineal en vacío, ya que los movimientos con este código siempre se realizan en línea recta.

Por otra parte, cuando la herramienta está en contacto con la pieza, se prefiere un movimiento con una velocidad de avance específica. Si el movimiento se realiza en línea recta, se codifica con la instrucción G01, conociéndose como interpolación lineal con corte, como se muestra en la figura 2.3.

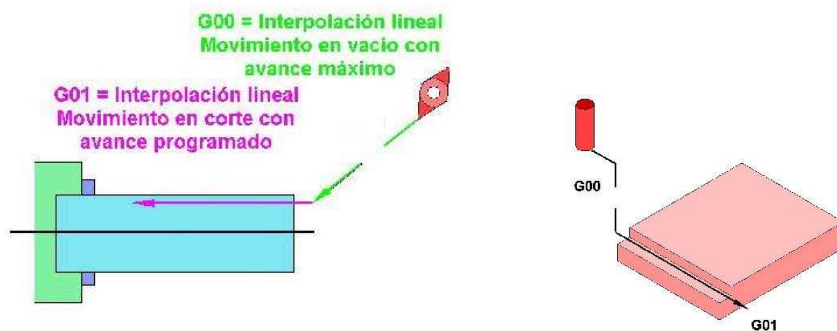


Figura 2.3.- Interpolación lineal en vacío e interpolación lineal con corte en el torno y fresadora.

Pero si el movimiento es circular, entonces se codifica con G02 (a favor de las manecillas del reloj) o con G03 (en contra de las manecillas del reloj) y se le llama interpolación circular como se muestra en la figura 2.4.

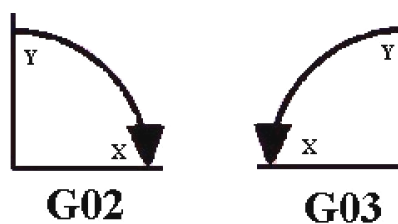


Figura 2.4.- Movimientos de interpolación circular.

Los ejes de movimiento principales se designan con las letras X, Y e Z.

Los códigos G00 y G01 se asocian a uno o varios valores de coordenadas X, Y ó Z según sea el caso.

La instrucción G01 requiere la especificación del valor de avance, el cual se proporciona en el proceso de torneado en unidades de distancia por vuelta, ya sea en mm/rev o pulg/rev.

Por ejemplo: G01 X30.0 Z-10.0 F0.2 (el avance es de 0.2 mm/rev)

Para el proceso de fresado, el avance se proporciona normalmente en unidades de distancia por tiempo, ya sea en mm/min o pulg/min.

Por ejemplo: G01 X10.1 Y12.0 Z-5.0 F100.0 (el avance es de 100 mm/minuto)

2.3.4.- INTERPOLACIÓN CIRCULAR

Es el movimiento similar al movimiento lineal, pero se pueden realizar movimientos circulares a una cierta velocidad de avance, utilizándose como ya se dijo, los códigos G02 y G03, tabla 2.1.

Tabla 2.1.- Interpolación circular en torno y fresadora.

TORNO		FRESADORA	
<i>Con información de radio</i>	<i>Con información del centro del radio</i>	<i>Con información de radio</i>	<i>Con información del centro del radio</i>
G02 X__Z__ R__	G02 X__Z__ I__K__	G02 X__Y__ R__	G02 X__Y__ I__J__

Los ejes generan planos de trabajo en donde se manejan de manera exclusiva las interpolaciones circulares. Un arco programado con G02 ó G03 se ejecuta solamente en alguno de los tres ejes principales: X-Y, X-Z ó Y-Z, correspondiéndole a cada plano un código de control numérico, como se muestra en la figura 2.5.

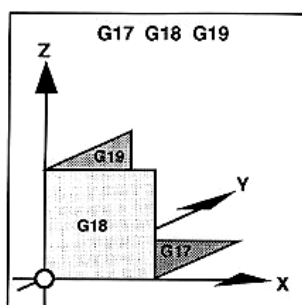


Figura 2.5.- Planos de trabajo.

2.3.5.- NOMENCLATURA, SENTIDOS Y SIGNIFICADO DE LETRAS.

Los movimientos de los diferentes componentes en las máquinas herramientas siguen un conjunto de normas, en cuanto a su nomenclatura y sentido de movimiento.

De acuerdo al estándar RS-274-D de la EIA, el significado de la letras de un programa es como se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2.- Significado de las letras (códigos) dentro de un programa CNC

LETRA	DESCRIPCIÓN O SIGNIFICADO
A	<i>Dimensión angular alrededor del eje X, medida en grados decimales</i>
B	<i>Dimensión angular alrededor del eje Y, medida en grados decimales</i>
C	<i>Dimensión angular alrededor del eje Z, medida en grados decimales.</i>
D	<i>Dimensión angular alrededor de un eje especial, o avance terciario, o función de selección de compensación para herramienta</i>
E	<i>Dimensión angular alrededor de un eje especial, o avance secundario</i>
F	<i>Avance</i>
G	<i>Función preparatoria</i>
H	<i>Libre o compensación de la herramienta</i>
I	<i>Parámetro de interpolación o paso paralelo al eje X</i>
J	<i>Parámetro de interpolación o paso paralelo al eje Y</i>
K	<i>Parámetro de interpolación o paso paralelo al eje Z</i>
L	<i>Libre</i>
M	<i>Función miscelánea o auxiliar</i>
N	<i>Número de secuencia</i>
O	<i>Número de secuencia para segundo encabezado solamente</i>

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

<i>P</i>	<i>Tercer movimiento paralelo al eje X ó tercer movimiento rápido.</i>
<i>Q</i>	<i>Tercer movimiento paralelo al eje Y o segundo movimiento rápido</i>
<i>R</i>	<i>Segundo movimiento paralelo al eje Y o primer movimiento rápido ó radio</i>
<i>S</i>	<i>Velocidad del husillo</i>
<i>T</i>	<i>Selección de la herramienta</i>
<i>U</i>	<i>Segundo movimiento paralelo al eje X</i>
<i>V</i>	<i>Segundo movimiento paralelo al eje Y</i>
<i>W</i>	<i>Segundo movimiento paralelo al eje Z</i>
<i>X</i>	<i>Primer movimiento</i>
<i>Y</i>	<i>Segundo movimiento</i>
<i>Z</i>	<i>Tercer Movimiento</i>

2.3.6.- FUNCIONES MISCELÁNEAS Y CÓDIGOS G.

El programa de control numérico puede generarse mediante alguna de las alternativas siguientes:

- *El operador puede dar entrada a los códigos a través del panel de control de la máquina.*
- *El controlador puede estar equipado con la alternativa de diálogo interactivo, lo cual facilita su codificación, o bien puede “teclearse” directamente letra por letra y número por número.*
- *El programa puede ser “teclado” en una computadora y guardarse en formato de texto plano (código ASCII), para transmitirlo posteriormente a través del puerto serial de la computadora al puerto serial de la máquina-herramienta a través de un cable.*
- *El dibujo de la pieza se procesa en un paquete de CAM para generar el código de control numérico y transmitirse posteriormente a la máquina herramienta.*

Cualquiera que sea el método, generalmente el programa contiene instrucciones estandarizadas por la EIA e ISO, esta instrucciones se agrupan en códigos “G” o funciones preparatorias y en códigos “M” ó misceláneas.

El programa que se genera, es procesado por el controlador de la máquina-herramienta y traducido a los movimientos y acciones de la que dispone la máquina. La función preparatoria consiste de una letra y un par de dígitos asociados a ésta y se encuentra generalmente al inicio del renglón (bloque) de código y prepara al controlador para aceptar o interpretar de una cierta manera las instrucciones que le siguen. Las funciones preparatorias se relacionan con acciones que están en coordinación directa con el corte en la máquina-herramienta y la mayoría de ellas están definidas en el estándar RS-274-D de la EIA.

Las funciones misceláneas se desempeñan tradicionalmente como un interruptor de encendido/apagado para actividades periféricas relacionadas al corte. Estas funciones son diferentes de máquina a máquina y cada fabricante puede hacer uso de ellas como mejor le convenga.

Los códigos “G” están divididos en dos tipos principales, de acuerdo a su ejecución, tal y como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3.- Códigos modales y no modales

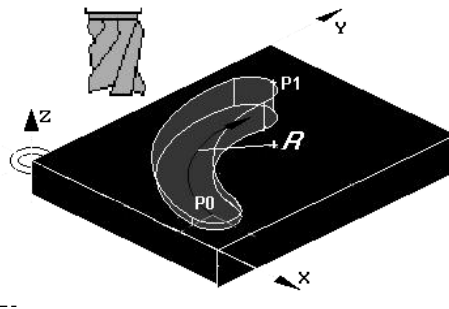
Código “G” no modal	<i>El código actúa solamente en el bloque en el cual aparece</i>
Código “G” modal	<i>El código actúa hasta que otro código del mismo grupo lo modifique.</i>

2.3.7.- COMANDOS G PARA EL CENTRO DE MAQUINADO

G00.- *Avance lineal del cortador a velocidad alta, para posicionar o sin aplicar corte*

G01.- *Avance lineal del cortador a velocidad programada, para aplicar corte.*

G02.- *Avance circular del cortador en el sentido de las manecillas del reloj, a velocidad programada como se muestra en la figura 2.6.*

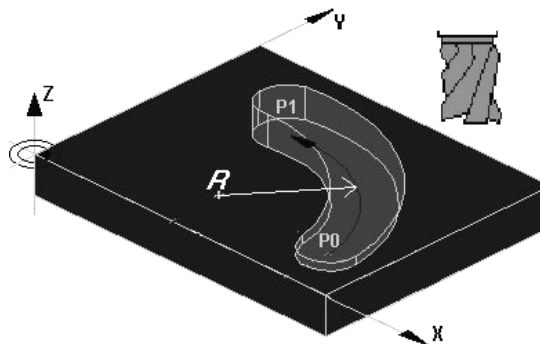


donde: P_0 =Punto inicial; P_1 =Punto final; R =Radio del arco

Figura 2.6.- Avance circular en el sentido de las manecillas del reloj.

Nóta: si el círculo es mayor de 180° se debe utilizar el formato I, J para indicar las coordenadas (relativas) del centro del círculo.

G03.- Avance circular del cortador en sentido opuesto a las manecillas del reloj a una velocidad programada como se muestra en la figura 2.7.



donde: P_0 =Punto inicial; P_1 =Punto final; R =Radio del arco

Figura 2.7.- Avance circular en sentido contrario a las manecillas del reloj.

G04.- Pausa, acompañada de una letra X, se detiene la herramienta un determinado tiempo, por ejemplo: G04 X4, la pausa durará 4 segundos.

G17.- Selección del plano XY

G18.- Selección del plano ZX

G19.- Selección del plano YZ.

G20.- Entrada de valores en pulgadas

G21.- Entrada de valores en milímetros

G28.- Regreso al punto cero de la máquina (HOME)

G40.- Cancela compensación radial del cortador.

G41.- Compensación a la izquierda del cortador, figura 2.8

G42.- Compensación a la derecha del cortador, figura 2.8

G43.- Compensación longitudinal, figura 2.8.

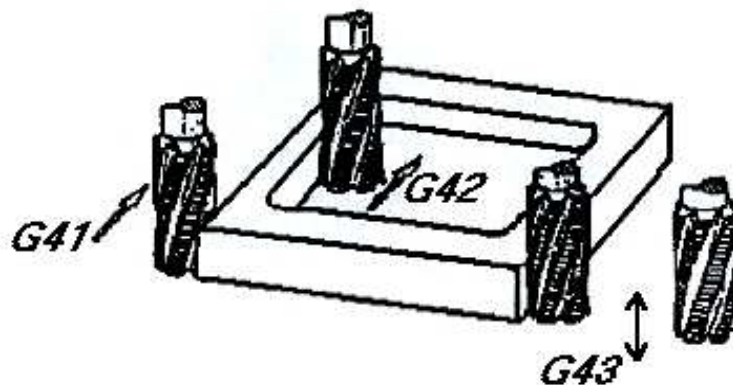


Figura 2.8.- Compensaciones de la herramienta.

G49.- Cancela compensación longitudinal del cortador

G81.- Ciclo de taladrado para perforación de agujero pasante. El agujero atraviesa la pieza en un solo movimiento a una velocidad determinada de avance.

G82.- Ciclo de taladrado para perforación de agujero ciego. El agujero no atraviesa la pieza, en su punto final de taladrado debe tener una pausa para remover el material sobrante y se determina con la letra "P" con un tiempo en milisegundos.

G83.- Ciclo de taladrado para perforación de agujero profundo. En este agujero por ser para una perforación de toda una pieza de mas espesor, se debe llevar a cabo por incrementos, los cuales se determinan con la letra "Q" con un valor determinado, el cortador avanzará con ese valor hasta perforar a toda la pieza.

G80.- Cancela los ciclos G81, G82 y G83

G90.- Comando para hacer uso de coordenadas absolutas.

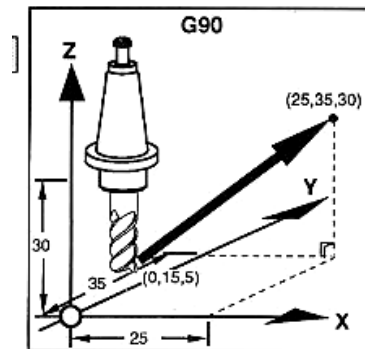


Figura 2.9.- Coordenadas absolutas.

G91.- Comando para hacer uso de coordenadas relativas

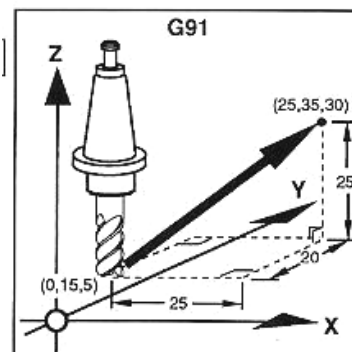


Figura 2.10.- Coordenadas relativas.

G92.- Programación del punto cero absoluto, o cero de pieza, figura 2.11.

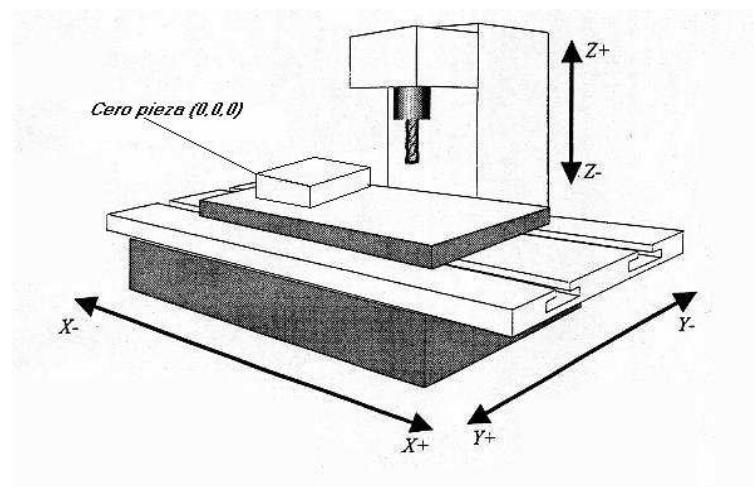


Figura 2.11.- Posicionamiento del cero de pieza.

G94.- Avance programado sobre unidad de tiempo (mm/min ó pulg/min)

G95.- Avance programado sobre velocidad angular (mm/rev ó pulg/rev)

G98.- Retorno a un punto inicial correspondiente a un ciclo determinado

G99.- Retorno al punto de retroceso de un ciclo determinado.

2.3.8.- CÓDIGOS M PARA EL CENTRO DE MAQUINADO.

Se utilizan para programar las funciones especiales de la máquina y son las siguientes:

M00.- Paro del programa

M01.- Paro opcional

M02.- Fin del programa

M03.- Giro del husillo en sentido de las manecillas del reloj

M04.- Giro del husillo en sentido contrario de las manecillas del reloj

M05.- Paro del husillo

M06.- Cambio programado de la herramienta

M08.- Activa el refrigerante

M09.- Apaga el refrigerante

M10.- Abre la prensa de trabajo

M11.- Cierre de la prensa de trabajo

M29.- Control de la máquina por medio de una computadora. Final del programa.

M30.- Fin del programa y regreso al inicio del mismo.

M38.- Abrir la puerta.

M39.- Cierra la puerta

M63.- Se activa una señal de salida (enviada de la fresadora al robot (manipulador)) para que el robot pueda actuar.

M65.- Desactiva la señal de salida para que el robot se retire.

M66.- Comando que ordena una señal de espera activada por el manipulador (enviada del robot a la fresadora), cuando esta efectuando una operación.

M76.- Comando que ordena una señal de espera desactivada por el robot, cuando la operación termine y la fresadora continúe con su trabajo.

M98.- Comando que ordena la llamada a un subprograma.

M99.- Con este comando también se ordena el fin del programa, regresando al inicio del mismo y haciendo que el ciclo se cumpla cuantas veces sea necesario.

2.3.9.- COMANDOS G PARA EL TORNO.

Los códigos que utiliza el torno son similares a los que utiliza la fresadora, tal y como se muestra a continuación:

G00.-Avance lineal del cortador a velocidad alta. Para posicionar o sin aplicar corte.

G01.- Avance lineal del cortador a velocidad programada para aplicar corte.

G02.- Avance circular del cortador en el sentido de las manecillas del reloj, figura 2.12.

G03.- Avance circular del cortador en sentido opuesto a la manecillas del reloj a una velocidad programada, figura 2.12.

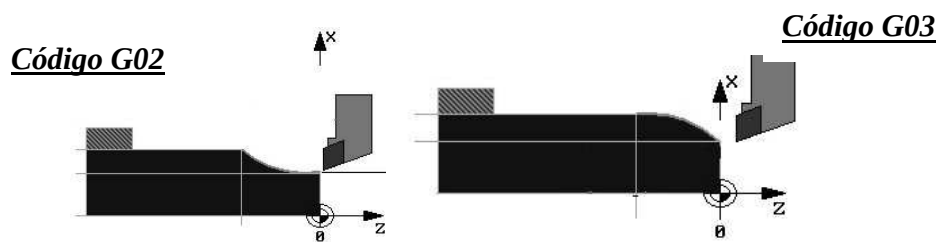


Figura 2.12.- Avance circular.

G04.-Pausa, acompañada de una letra X, se detiene la herramienta un determinado tiempo, por ejemplo G04 X4, la pausa durará 4 segundos.

G20.- Entrada de valores en pulgadas.

G21.- Entrada de valores en milímetros.

G28.- Regreso al punto cero de la máquina, HOME.

G40.- Cancela compensación radial del cortador

G41.- Aplica compensación a la izquierda.

G42.- Aplica compensación a la derecha.

G70.- Fin del ciclo.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

G71.- Ciclo de cilindrado

G72.- Ciclo de refrentado

G74.- Ciclo de barrenado

G76.- Ciclo de roscado.

2.3.10.- COMANDOS M PARA TORNO.

Se utilizan para programar funciones especiales de las máquinas:

M00.- Paro programado.

M01.- paro opcional

M02.- Final del programa.

M03.- Giro de la pieza en sentido horario

M04.- Giro de la pieza en sentido antihorario

M05.- Paro del husillo.

M06.- Cambio de herramienta.

M08.- Refrigerante activado

M09.- Refrigerante desactivado.

M10.- Abrir chuck.

M11.- Cerrar chuck.

M19.- Paro exacto del husillo.

M30.- Final del programa con regreso al principio del programa

M38.- Paro exacto conectado.

M39.- Paro exacto desconectado.

M58.- Abrir la puerta

M59.- Cerrar la puerta.

M98.- Llamado de subprograma

M99.- Final del subprograma.

2.3.11.- CÓDIGO S.

Se usa este código para programar la velocidad del husillo en la fresadora o la velocidad de la pieza en el torno, por ejemplo:

S1250 indica que la velocidad del husillo o pieza es de 1250 r.p.m

2.3.12.- CÓDIGO F

Programa la velocidad de avance de la pieza en el caso de la fresadora, o la velocidad de la herramienta en el caso del torno. Dependiendo del sistema de unidades utilizado, la velocidad de avance será: mm/min ó pulg/min.

2.3.13.- CÓDIGO T

Designa el número de herramienta en un carrusel, esto es, la herramienta se coloca en una posición en particular y se puede llamar cuando sea necesario. Cuando se usa conjuntamente con el código M06 se activa el cambio de herramienta, por ejemplo:

M06 T01

2.4.- PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA

Las máquinas-herramientas de control numérico configuran una tecnología de fabricación que va de la mano de la microelectrónica , la automatización y la informática industrial y que 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 información hacen del control numérico el principal apoyo a otras tecnologías de fabricación como son el CAD y el CAM.

2.4.1.- DIBUJO EN EL DISEÑO.

El dibujo y el diseño asistidos por computadora son, hoy en día, una herramienta imprescindible para lograr un diseño competitivo ya que hasta hace unos pocos años, dichas técnicas eran reservadas a las grandes empresas, o aquellas que tenían un elevado potencial económico y humano.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

El conjunto de técnicas asistidas por computadora (CAD/CAM) han experimentado una gran evolución en los últimos años, y pueden ser suficientemente maduras como para aplicarse de forma rentable en prácticamente en todo el proceso de diseño y fabricación de un producto.

2.4.2.- SISTEMAS CAM PARA PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA

Los sistemas de fabricación asistida tienen por objetivo, básicamente, proporcionar una serie de herramientas que permitan fabricar la pieza diseñada.

Actualmente, el CAM se conoce fundamentalmente como sistema de programación de máquinas CNC. Sin embargo, debe precisarse que el CAM es un concepto mucho más amplio, que incluye la programación de robots, de máquinas de medición por coordenadas, simulación de procesos de fabricación, planificación de procesos, etc.

La primera y más importante aplicación del CAM es la programación de máquinas CNC, o sea, la generación de programas fuera de la mismas. Ello permite realizar los programas sin interrumpir la máquina, además de poder simular la ejecución de los mismos en el ordenador, evitando así los posibles errores y colisiones, aumentando el rendimiento de la máquina y la calidad de las piezas mecanizadas.

Los sistemas CAM pueden utilizarse para diferentes tecnologías que, normalmente están disponibles por módulos: fresado, torneado, electroerosión, punzonado, corte por LASER, oxicorte, etc.

Una de las aplicaciones más extendidas es la programación automática de operaciones de fresado. Ello es especialmente interesante cuando la pieza a mecanizar es compleja, es decir, que es difícil ser programada "manualmente".

Durante el proceso de desarrollo de un producto, es muy frecuente que se fabriquen maquetas ó prototipos para la aprobación de estilo. Si estas maquetas se manufacturan

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

mediante CAM en base a un modelo CAD, la pieza final será idéntica a la maqueta aprobada. En este caso, se utiliza el modelo CAD para generara las trayectorias de la herramienta que constituirán el programa CNC, obteniéndose , una vez mecanizada, una pieza idéntica al modelo diseñado mediante CAD. Un conjunto de ordenes que siguen una secuencia lógica constituyen un programa de maquinado. Dándole las ordenes ó instrucciones adecuadas a la máquina, ésta es capaz de maquinar una simple ranura, una cavidad irregular, la cara de una persona en alto relieve o bajorrelieve, un grabado artístico, un molde de inyección de una cuchara o una botella, lo que se quiera.

Hasta hace unos pocos años, hacer un programa de maquinado era muy difícil y tedioso, pues había que planear e indicarle manualmente a la máquina cada uno de los movimientos que tenía que hacer. Era un proceso que podía durar horas, días, aún semanas, de todas maneras se obtenía un ahorro tanto de tiempo como de dinero comparado con los métodos tradicionales.

Hoy en día se emplean sistemas CAD/CAM que generan el programa de maquinado de forma automática. En el sistema CAD (diseño asistido por computadora), la pieza que se desea maquinar se diseña en la computadora con herramientas de dibujo y modelado en sólido, figura 2.13.

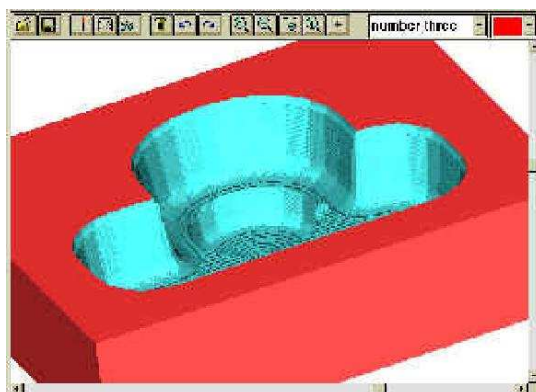


Figura 2.13.- Diseño con un sistema CAD

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

Posteriormente, el sistema CAM toma la información del diseño y genera la trayectoria de corte que tiene que seguir la herramienta para fabricar la pieza deseada; a partir de esta ruta de corte se crea automáticamente el programa de maquinado, el cual puede introducirse a la máquina mediante un disco o enviado electrónicamente, figura 2.14.

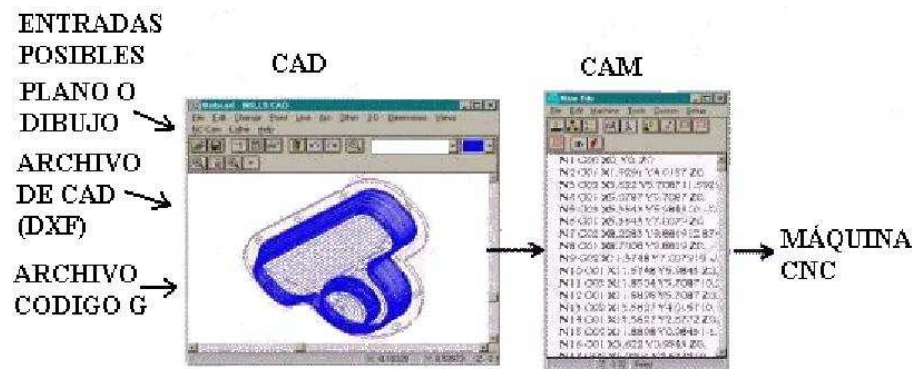


Figura 2.14.- Diagrama de un sistema CAD/CAM

Actualmente, los equipos CNC con la ayuda de los lenguajes convencionales y los sistemas CAD/CAM, permiten a las empresas producir con muchos mayor rapidez y calidad sin tener personal altamente especializado.

CAPITULO 3

FUNCIONES BÁSICAS DE MASTERCAM V9.0

MASTERCAM es un paquete computacional de apoyo a la generación de programas de control numérico, permitiendo la generación de geometrías y trayectorias de herramientas en 2 y tres dimensiones y ofreciendo soluciones para torneado, fresado, electroerosión por alambre y diseño en 3 dimensiones. MASTERCAM MILL es el módulo de fresado y está estructurado en 4 módulos:

Entry

Mill Level 1

Mill Level 2

Mill Level 3

Cada nivel ofrece más opciones para el generado de rutas de fresado, siendo el nivel 3 el que más funciones tiene. MASTERCAM tiene herramientas de dibujo en dos y 3 dimensiones.

Los objetos tridimensionales se crean con modelos de alambre (wireframe) y con superficies. Recientemente, la empresa CNC Software Inc, creadora del programa Mastercam ha lanzado al mercado de sólidos, con el que es posible generar geometría sólida con operaciones booleanas.

3.1.- INGRESO A MASTERCAM

Para poder hacer uso del programa MASTERCAM V9.0 desde el ambiente Windows, deberá realizarse la secuencia siguiente: Inicio/Programas /MASTERCAM, donde se podrá escoger Mill8 ó Lathe8, según sea el caso, figura 3.1.

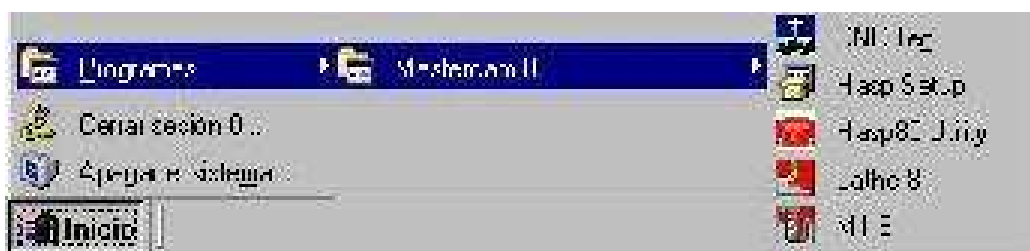


Figura 3.1.- Ingreso al programa Mastercam V9.0

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

Al iniciar el programa se mostrará en pantalla el menú principal, el secundario y la barra de herramientas, figura 3.2.

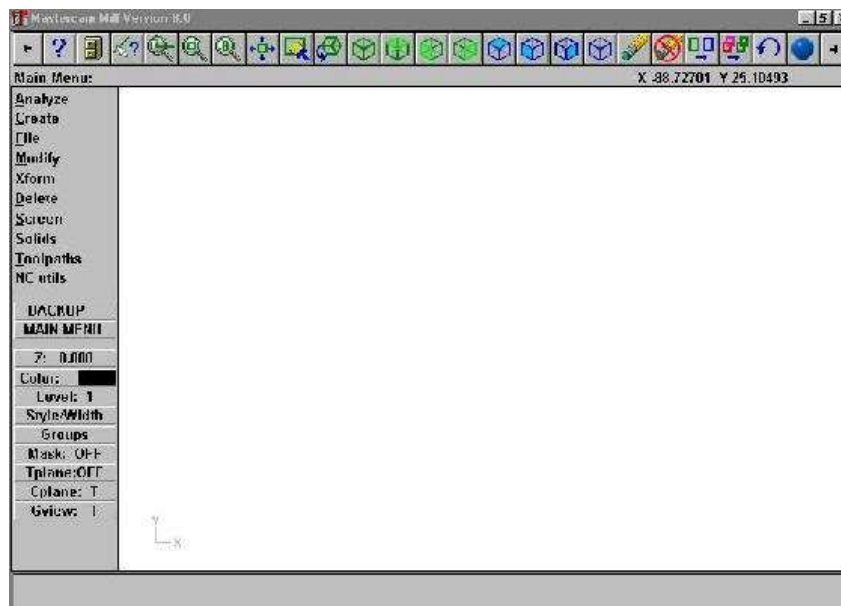


Figura 3.2.- Pantalla principal al ingresar al programa Mastercam V9.0

3.2.-INSTRUCCIONES PRINCIPALES Y DISTRIBUCIÓN EN PANTALLA

La distribución de la pantalla principal, figura 3.3, ofrece el acceso a:

- *Barra de herramientas.- Aquí se encuentra el acceso rápido a instrucciones de uso frecuente.*
- *Mensajes de selección.- Envía mensajes al usuario, para indicarle que selecciones algún objeto en especial.*
- *Menú principal.- Todas las instrucciones del software se encuentran siguiendo una secuencia de cascada a partir de la selección de estas etiquetas.*
- *Menú secundario.- Opciones que permiten trabajar con la geometría dibujada.*
- *Área de mensajes.- Aquí se envían mensajes y se recibe información del usuario.*

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

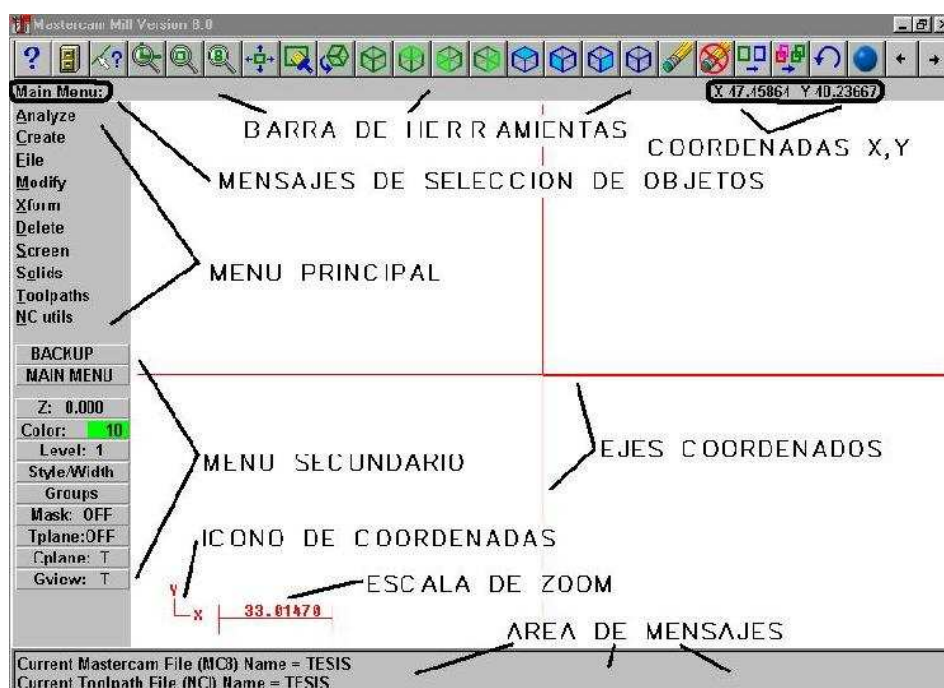


Figura 3.3.- Pantalla principal de Mastercam V9.0.

Cuando se usa Mastercam por vez primera, se recomienda usar inicialmente el menú principal para familiarizarse con la jerarquía de las instrucciones, para posteriormente, usar las barras de herramientas.

3.2.1.- MENÚ PRINCIPAL

El menú principal ofrece las siguientes instrucciones y su funcionalidad, tabla 5.1.

Tabla 3.1.- Menú principal.

ANALYZE	<i>Muestra información de las entidades seleccionadas: Point, Contour, Only, Between pts, Angle, Dynamic, Area/Volume, Numberr, Chain, Surfaces.</i>
CREATE	<i>Permite crear entidades como: Point, Line, Arc, Fillet, Spline, Curve, Surface, Rectangle, Drafting (Dimensions), Chamfer, Letters, Pattern, Ellipse, Polygon, Boun, Box, Fplot, Gear, Htable.</i>
FILE	<i>Manejo de los archivos: New, Edit, Get, Merge, List, Save, Save some, Brpwse, Converters, Properties, Dos Shell, Ram saber, Hardcopy, Communic, Renumber.</i>
MODIFY	<i>Permite la modificación de la geometría ya dibujada: Fillet, Trim, Break, Join, Normal, Cpts Nurbs, X to Nurbs, Extend, Drag, Cnv to arcs.</i>

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

XFORM	<i>Transforma la geometría con opciones como: Mirror, Rotate, Scale, Scale XYZ, Translate, Offset, Ofset, Stretch, Roll.</i>
DELETE	<i>Elimina geometría de la base de datos y de la pantalla: Chain, Window, Area, Only, All, Group, Result, Duplicate, Undelete.</i>
SCREEN	<i>Afecta el formato en el que la geometría se presenta en la pantalla: Configure, Statics, Endpoints, Clr Colors, Chg Levels, Chg attribs, Surf disp, Blank, Set main, Center, Hide, Sel. Grid, autoCursor, Regenerate, toClipbrd, Comb views, Viewports, Plot</i>
SOLIDS	
TOOLPATHS	<i>Ofrece acceso a las tecnologías de maquinado: New, Conour, Drill, Pocket, Face, Surface, Multiaxis, Operations, Job Setup, Manual Ent, Circ tlpths, Point, Project, trim, Wireframe, Transform, Import NCI.</i>
NCUTILS	<i>Ofrece acceso a la utilerías de NC para editar y verificar las rutas de las herramientas: Verify, Backplot, Batch, Filter, Post Proc, Setup Sheet, Def.ops, Def.Tools, Def.Matls.</i>

3.2.2.- MENÚ SECUNDARIO

El menú secundario ofrece opciones para ajustar el formato de trabajo durante la creación y edición de entidades , las cuales se muestran en la tabla 5.2.

Tabla 3.2.- Menú secundario

Z	<i>Ajusta el nivel en Z del plano de construcción. Toda geometría que se dibuje cae en el nivel adecuado en esta opción. La elección del punto puede hacerse con las opciones: origen, center, Endpoint, Intersect, Midpoint, Point, Last, Relative, Quadrant y Sketch</i>
COLOR	<i>Establece el color activo con el cual se dibujarán las entidades.</i>
LEVEL	<i>Mastecam soporta hasta 255 capas o Layers. Cada Layer puede designarse con un texto para facilitar su búsqueda y control.</i>
STYLE/WIDTH	<i>Establece el tipo de línea y espesor que el paquete utiliza para mostrar líneas, arcos y splines.</i>
MASK	<i>Controla la selección de objetos gráficos. Se puede indicar al programa que restrinja la selección a un nivel en especial</i>
TPLANE	<i>Es un plano bidimensional que representa los ejes XY y su origen. Esta opción se usa solamente en el proceso de maquinado.</i>

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

CPLANE	<i>Es un plano de construcción bidimensional en el que se crea la geometría y que puede definirse en cualquier lugar del espacio. El plano de construcción no necesariamente coincide con la vista gráfica de los objetos (Graphic view). El origen puede desfasarse a través de la opción ALTO, guardarse con un nombre específico o borrarse.</i>
GVIEW	<i>Graphics view o vista de los objetos en cualquiera de las alternativas: Top, Front, Side Isometric, Number, Last, Entity, Rotate, Dynamic, Mouse, Normal, =Cplane, Tplane, Get named.</i>

3.2.3.- ACCESO A INSTRUCCIONES MEDIANTE COMBINACIÓN DE TECLAS.

También están disponibles algunas instrucciones a través de las teclas de funciones y combinaciones de teclas como se muestra en la tabla 3.3.

Tabla 3.3.- Combinación de teclas.

<u>TECLA O COMBINACIÓN</u>	<u>INSTRUCCIÓN A EJECUTAR</u>		
<u>ALT-F1</u>	<i>Fit screen</i>	<i>F6</i>	<i>File</i>
<i>ALT-F2</i>	<i>Zoom out</i>	<i>F7</i>	<i>Modify</i>
<i>ALT-F3</i>	<i>Cursor tracking</i>	<i>F8</i>	<i>Create</i>
<i>ALT-F4</i>	<i>Exit</i>	<i>F9</i>	<i>Información del 0,0; nombre del archivo mc7,<u>nci</u></i>
<i>ALT-F5</i>	<i>Delete window</i>	<i>F10</i>	<i>Información de la asignación de instrucciones</i>
<i>ALT-F7</i>	<i>Blank</i>	<i>ALT-A</i>	<u><i>Autosave</i></u>
<i>ALT-F8</i>	<i>Configure</i>	<u><i>ALT-B</i></u>	<i>Toolbar on/off</i>
<i>ALT-F9</i>	<i>Draw axes</i>	<i>ALT-C</i>	<i>Run C-Hooks</i>
<i>F1</i>	<i>Zoom</i>	<i>ALT-D</i>	<i>Drafting parameters</i>
<i>F2</i>	<u><i>Unzoom</i></u>	<i>ALT-F</i>	<u><i>Menú</i></u> <i>fonts,</i> <i>selection window</i>
<i>F3</i>	<i>Repaint</i>		
<i>F4</i>	<i>Analyze</i>		
<i>F5</i>	<i>Delete</i>		

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

<i>ALT-G</i>	<i>Gris parameters</i>
<i>ALT-H</i>	<i>On-line help</i>
<i>ALT-I</i>	<i>Open files</i>
<i>ALT-J</i>	<i>Job Setup</i>
<i>ALT-L</i>	<i>Line Style <u>menú</u></i>
<i>ALT-M</i>	<i>Memory allocations</i>
<i><u>ALT-N</u></i>	<i><u>Nmaed views</u></i>
<i><u>ALT-O</u></i>	<i><u>Operations manager</u></i>
<i>ALT-P</i>	<i>Prompt area display</i>
<i>ALT-Q</i>	<i>Delete last machining operation</i>
<i>ALT-R</i>	<i>Redo <u>toolpath</u></i>
<i>ALT-S</i>	<i><u>Shadding toogle</u></i>
<i><u>ALT-T</u></i>	<i><u>Draw Nc <u>tolpath</u></u></i>
<i><u>ALT-U</u></i>	<i><u>Undo</u></i>
<i><u>ALT-V</u></i>	<i><u>Mastercam versión</u></i>

	<i>level y hardware lock number</i>
<i>ALT-W</i>	<i>Set viewport window</i>
<i><u>PAGE DOWN</u></i>	<i>Zoom out</i>
<i>PAGE UP</i>	<i>Zoom in</i>
<i>ALT-X</i>	<i><u>Xform menu</u></i>
<i><u>ALT-Z</u></i>	<i>Visible levels menu</i>
<i><u>ESC</u></i>	<i><u>Command interruption</u></i>

3.2.4.- ACCESO A MENÚ MEDIANTE EL MOUSE

Como un método de acceso aún más rápido, al oprimir el botón derecho del mouse en la zona de gráficas, se tiene acceso a la caja de diálogo, que se muestra en la figura 3.4.



Figura 3.4.- Menú con acceso del mouse.

Como respuesta a algunas instrucciones que solicitan datos del usuario, se pueden usar datos del usuario, se pueden usar las letras mostradas en la tabla 3.4, y seleccionando los objetos existentes se adquiere el valor solicitado.

Tabla 3.4.-Letras para la solicitud de datos.

LETRA	ACCIÓN
<i>A</i>	<i>Diámetros</i>
<i>D</i>	<i>Longitud</i>
<i>R</i>	<i>Radios</i>
<i>S</i>	<i>Distancia entre dos puntos</i>
<i>X</i>	<i>Coordenada en X</i>
<i>Y</i>	<i>Coordenada en Y</i>
<i>Z</i>	<i>Coordenada en Z</i>
<i>TECLA FIN</i>	<i>Movimiento dinámico autónomo</i>

3.2.5.- SIGNIFICADO DE ICONOS EN LA BARRA DE HERRAMIENTAS

Las flechas de los extremos nos sirven para viajar a diferentes páginas de las barras de herramientas, figura 3.5.



Figura 3.5.- Barra de herramientas

3.2.5.1.- Funciones de los botones de la barra de herramientas de inicio

- **HELP.-** Inicia la ayuda de MASTERCAM para un acceso directo a la información ON-LINE sobre sus características, figura 3.6.
- **FILE MENU.-** Activa el menú de archivos
- **ANALYZE MENU.-** Activa el menú analizar



Figura 3.6.- Iconos: Help, File, Analyze

- **ZOOM.-** Activa la ventana ZOOM-IN. Utilice esta opción para amplificar parte de la geometría.
- **UNZOOM.-** Reduce el tamaño de la geometría en pantalla
- **UNZOOM BY 0.8.-** Reduce la imagen en pantalla con incrementos de 0.2
- **FIT.-** Ajusta la imagen mostrada al área gráfica de pantalla
- **REPAINT.-** Reexpone la gráfica en pantalla limpiando cualquier imperfección



Figura 3.7.- Iconos de Zoom

- **GVIEW (DYNAMIC).-** Cambia la vista de la gráfica a una forma dinámica. Haga clic en la geometría y mueva el ratón para ajustarla. Haga nuevamente clic cuando ya este como desee, figura 3.8.

- **GVIEW (ISOMETRIC).**- Cambia la vista de la gráfica a la forma isométrica
- **GVIEW (TOP).**- Cambia la vista de la gráfica a la vista superior
- **GVIEW (FRONT).**- Cambia la vista de la gráfica a la vista frontal
- **GVIEW (SIDE).**- Cambia la vista de la gráfica a la vista lateral.

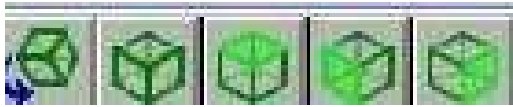


Figura 3.8.- Iconos de vistas.

- **CPLANE (TOP).**- cambia el plano de construcción a superior, figura 5.9.
- **CPLANE (FRONT).**- Cambia el plano de construcción a frontal.
- **CPLANE (SIDE).**- Cambia el plano de construcción a lateral.
- **CPLANE (3D).**- Cambia el plano de construcción a 3D.



Figura 3.9.- Iconos de plano de construcción.

- **DELETE MENU.**- Activa el DELETE MENU, figura 5.10
- **DELET-UNDELETE-SINGLE.**- UNDELETE una entidad
- **CHANGE COLOR.**- Cambia el color de las entidades.
- **CLEAR COLOR.**- Remueve el color resultante de memoria.
- **UNDO.**- Te permite deshacer la última operación que se realizó. Se debe estar en el último menú de operaciones para deshacerlo, ya que si se sale del menú donde se hizo, ya no se puede deshacer con esta opción.
- **SHADE.**- Activa el menú de sombreado.



Figura 3.10.- Iconos de modificar.

3.3.- CREACIÓN DE TRAYECTORIAS DE LA HERRAMIENTA

En esta sección se ilustra de cómo se puede mediante diferentes operaciones, maquinar una pieza en un centro de maquinado con la ayuda del programa

MASTERCAM V9. Para acceder a dichas operaciones se utiliza el menú principal y el menú Toolpaths, figura 5.11.



Figura 5.11.- Menú para operaciones de maquinado.

3.3.1.- OPERACIONES DE MAQUINADO

3.3.1.1.- Nueva Operación (New)

Este comando sirve únicamente para iniciar una operación nueva de maquinado, conservando las operaciones que se hicieron antes .

3.3.1.2.- Contorneo (Contour)

Se utiliza esta opción para realizar una operación de contorneo de una entidad, siguiendo un perfil continuo de líneas, pudiéndose definir un número casi ilimitado de contornos. Para ejemplificar su uso considerese la geometría mostrada en la figura 3.13.

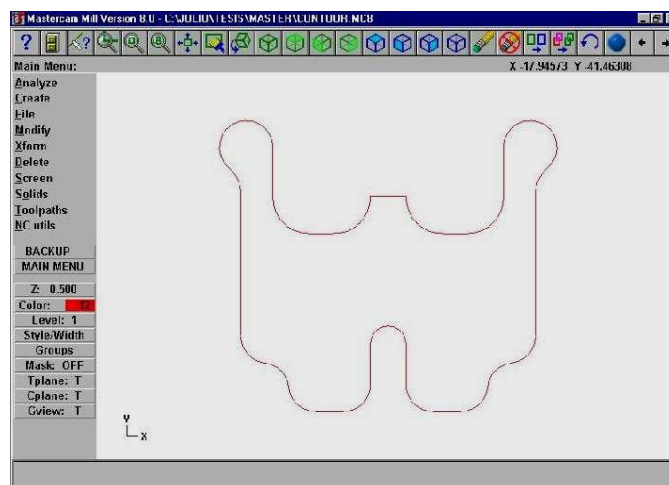


Figura 3.13.- Geometría para contorno

Primero se selecciona la operación Contour, figura 3.14.

Main Menu:	Toolpaths:
Analyze	New
Create	Contour
File	Drill
Modify	Pocket
Xform	Face
Delete	Surface
Screen	Multiaxis
Solids	Operations
Toolpaths	Job setup
NC utils	Next menu

Figura 3.14.-Menú de contorno

Posteriormente, se seleccionan las entidades que forman el contorno. En este caso se utilizará la opción “Chain” por lo que primero se selecciona una línea de la figura con el mouse, posteriormente, la opción “Close”, luego “End here” y “Done” para finalizar, figura 3.15.

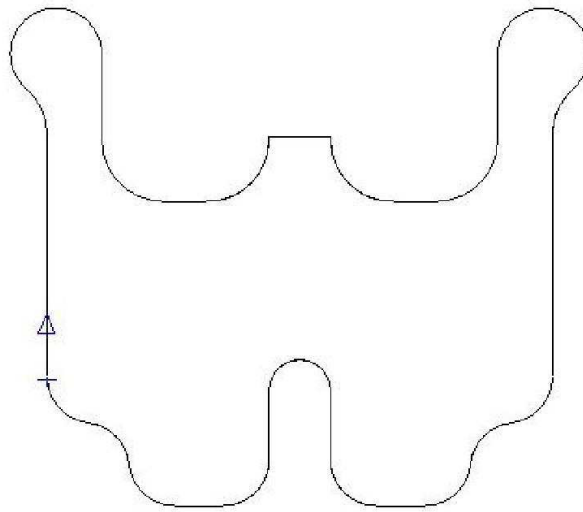


Figura 3.15.- Selección de cadenas

Una vez seleccionadas las entidades se oprime “Done”, figura 3.16.

Figura 3.16.- Aceptación de entidades..

En la caja de diálogo de la operación de contorno, oprima el botón derecho del mouse sobre la zona blanca, por lo que aparecerá el cuadro de diálogo que se muestra en la figura 3.17.

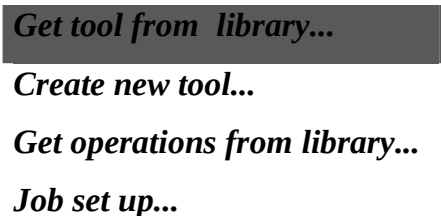


Figura 3.17.- Menú para el acceso a las herramientas

Después de seleccionar la herramienta para el contorno, se procede a modificar los parámetros como se muestra en la figura 3.18.

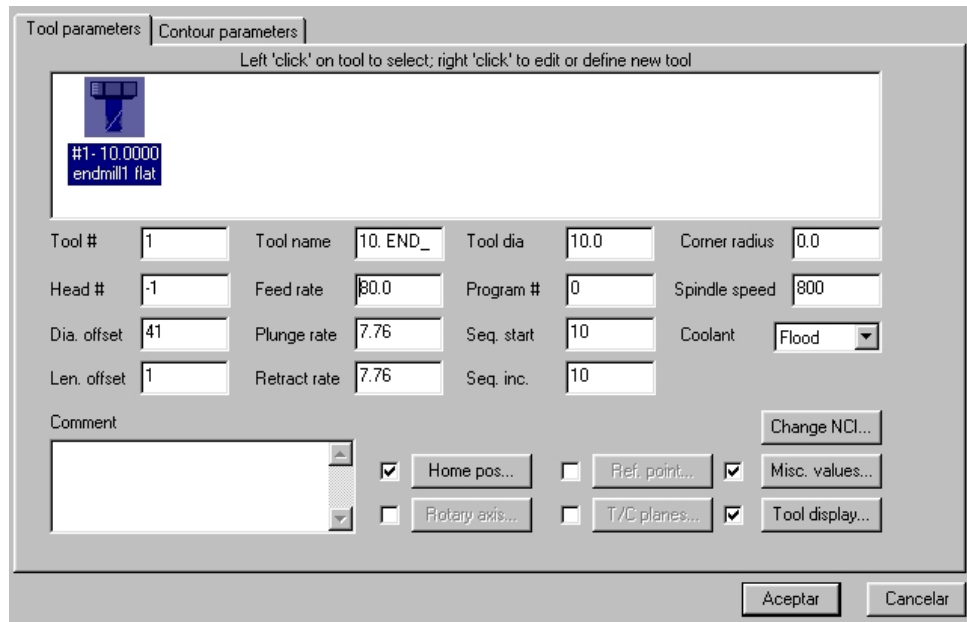


Figura 3.18.- Parámetros de la herramienta

A continuación se clic en la pestaña Contour Parameters para seleccionar los parámetros de contorno para la herramienta, figura 3.19

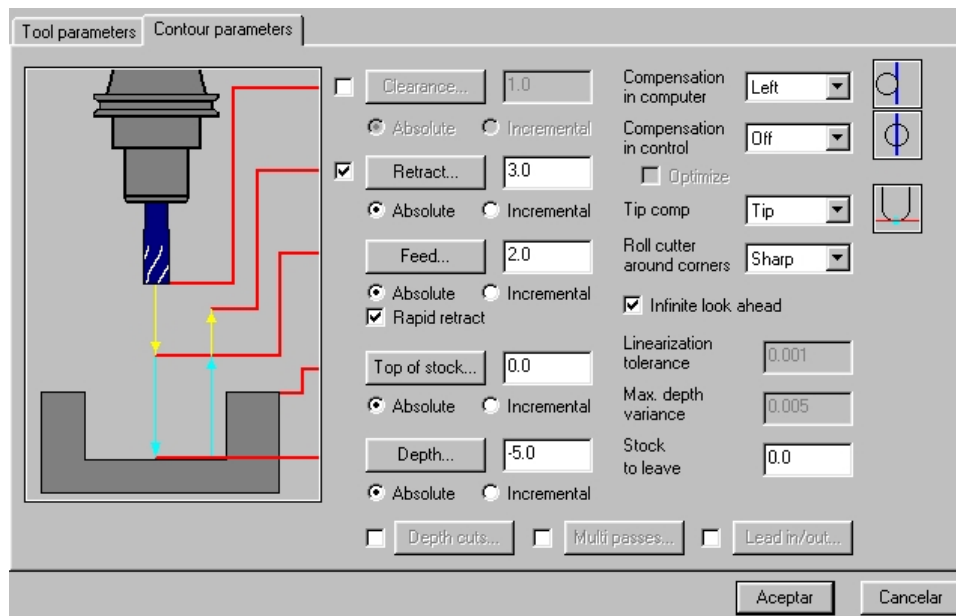


Figura 3.19.- Parámetros de contorno.

Una vez seleccionados los parámetros de contorno y de hacer clic en Aceptar se obtiene la trayectoria de la herramienta, figura 3.20.

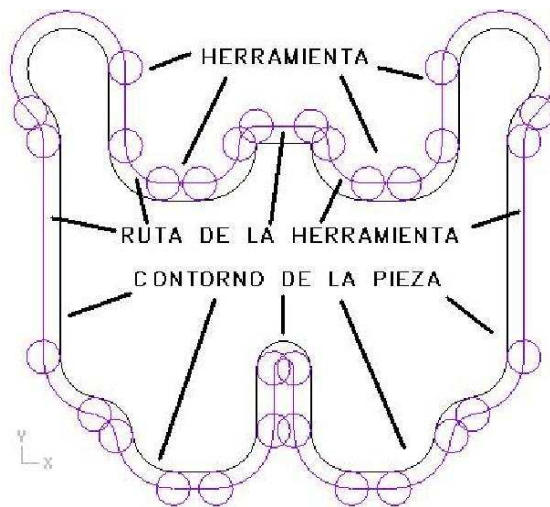


Figura 3.20.- Trayectoria de la herramienta.

3.3.1.3.- Barrenado (Drill)

El objetivo es crear las trayectorias de herramientas para una operación de barrenado mediante la operación Drill.

Para ejemplificar su uso, se partirá de la geometría que se muestra en la figura 3.21, en donde, la operación que se debe realizar es la perforación de 25 agujeros, de diámetros 3, 6 y 12 mm.

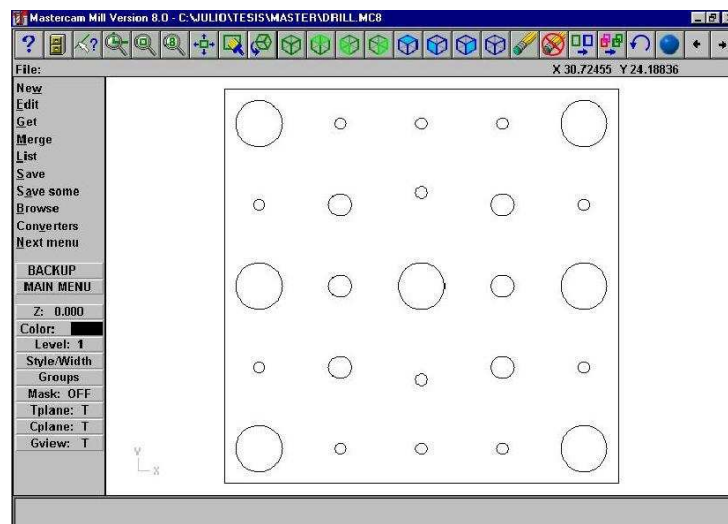


Figura 3.21.- Geometría para barrenado.

Para iniciar se selecciona del menú principal Toolpaths/Drill, figura 3.22

Main Menu:	Toolpaths:
<u>A</u> nalyze	<u>N</u> ew
<u>C</u> reate	<u>C</u> ontour
<u>F</u> ile	<u>D</u> rill
<u>M</u> odify	<u>P</u> ocket
<u>X</u> form	<u>F</u> ace
<u>D</u> elete	<u>S</u> urface
<u>S</u> creen	<u>M</u> ultiaxis
<u>S</u> olids	<u>O</u> perations
<u>T</u> oolpaths	<u>J</u> ob setup
<u>N</u> C utils	<u>N</u> ext menu

Figura 3.22.- Secuencia de menú

Una vez realizado, se pedirá seleccionar los puntos en donde se realizarán los barrenos, para ello se utilizará el menú mostrado en la figura 3.23.

<u>M</u> anual	<u>V</u> alues
<u>A</u> utomatic	<u>C</u> enter
<u>E</u> ntities	<u>E</u> ndpoint
<u>W</u> indow pts	<u>I</u> ntersec
<u>L</u> ast	<u>M</u> idpoint
<u>M</u> ask on arc	<u>P</u> oint
<u>P</u> atterns	<u>L</u> ast
<u>O</u> ptions	<u>R</u> elative
	<u>Q</u> uadrant
<u>D</u> one	<u>S</u> ketch

Figura 3.23.- Menú para la selección de los barrenos.

Se seleccionan los barrenos que tienen un diámetro de 3 mm, como se muestra en la figura 3.24.

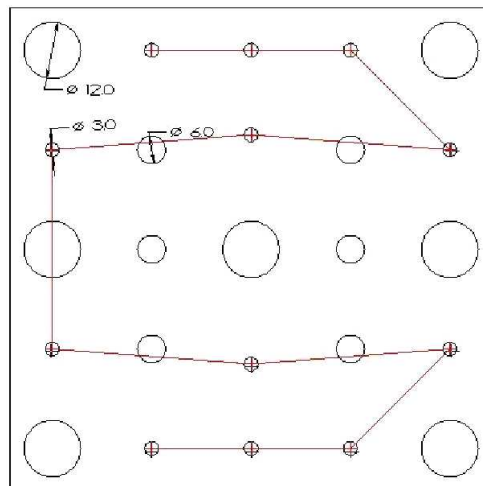


Figura 3.24.- Selección de los barrenos más pequeños.

Una vez seleccionados los barrenos se hace clic en Done, figura 3.25.

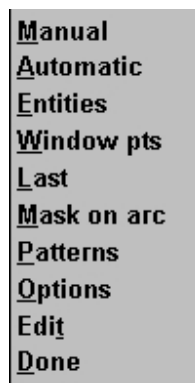


Figura 3.25.- Aceptación de los barrenos.

En la caja de diálogo de la operación de taladrado, oprima el botón derecho del mouse sobre la zona blanca, de manera que aparezca el cuadro mostrado en la figura 3.26.

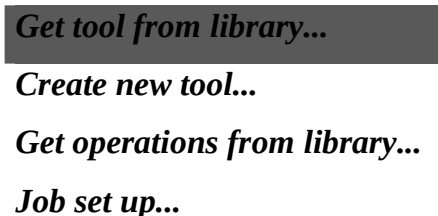


Figura 3.26.- Menú para la selección de herramientas.

Después de seleccionar la herramienta para barrenar, se procede a modificar los parámetros de herramienta, figura 3.27

The screenshot shows the 'Tool parameters' dialog box with the 'Drill/Counterbore' tab selected. The dialog contains a list of tools with '#1- 3.0000 drill' selected. Below the list are input fields for tool parameters: Tool # (1), Tool name (3. DRILL), Tool dia (3.0), Corner radius (0.0), Head # (-1), Feed rate (2.0), Program # (0), Spindle speed (800), Dia. offset (41), Plunge rate (4.656), Seq. start (100), Coolant (Flood), Len. offset (1), and Retract rate (4.656). There are also fields for Seq. inc. (2) and a Comment text area. At the bottom right are buttons for 'Change NCI...', 'Home pos...', 'Ref. point...', 'Misc. values...', 'Rotary axis...', 'T/C planes...', and 'Tool display...'. At the very bottom are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Figura 3.27.- Parámetros de la herramienta.

A continuación, se proporcionan los parámetros de barrenado para la herramienta, figura 3.28.

The screenshot shows the 'Tool parameters' dialog box with the 'Drill/Counterbore' tab selected. On the left is a diagram of a drill bit. The right side contains drilling parameters: Clearance... (10.0), Cycle (Drill/Counterbore), Retract... (5.0), 1st peck (0.25), Subsequent peck (0.25), Top of stock... (0.0), Peck (0.04), Depth... (-10.0), Chip break (0.04), Dwell (2.0), Shift (0.0), and Tip comp... (checked). Each parameter has radio buttons for 'Absolute' and 'Incremental' modes. At the bottom are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Figura 3.28.- Parámetros de barrenado.

Se continúa con los barrenos de 6 mm, utilizando la secuencia usada con los barrenos de 3 mm, figura 3.29.

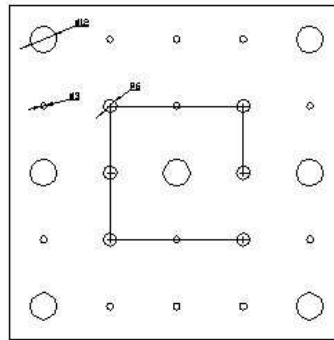


Figura 3.29.- Selección de los barrenos de diámetro = 6 mm

Y finalmente se seleccionan los barrenos de diámetro 12 mm, figura 3.30.

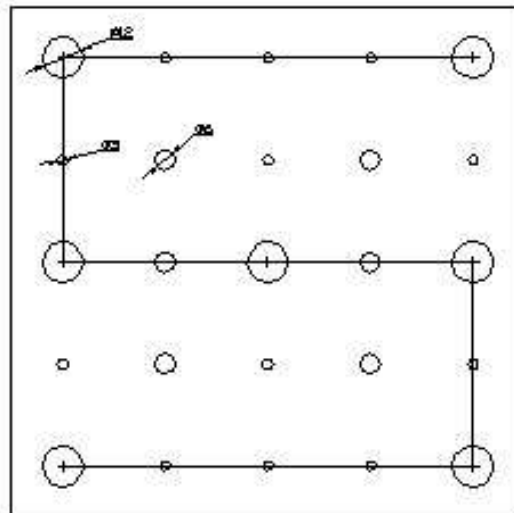


Figura 3.30.- Selección de barrenos de diámetro 12 mm.

Con todas estas operaciones se obtiene el barrenado de la pieza, con tres diferentes tamaños de brocas.

3.3.1.4.- Fresado de cavidades (Pocket)

El objetivo es crear las trayectorias de herramientas para la operación de fresado de cavidades mediante la opción Pocket. Para iniciar, se analizará la geometría a la que se pretende asignar la trayectoria de maquinado utilizándose la opción Pocket, figura 3.31.

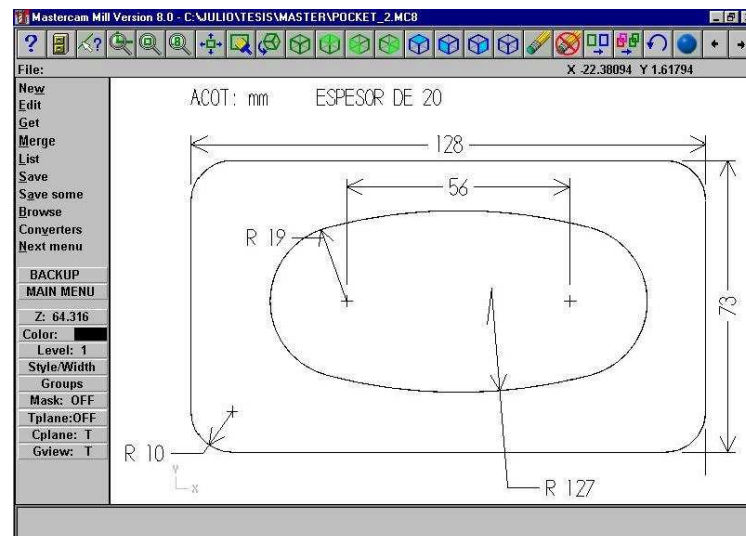


Figura 3.31.- Geometría para el maquinado de cavidades.

Así el objetivo es una operación de cavidad a profundidad constante en el óvalo central de la pieza.

Primero, se selecciona del menú principal Toolpaths/Pocket, figura 3.32

Main Menu:	Toolpaths:
Analyze	New
Create	Contour
File	Drill
Modify	Pocket
Xform	Face
Delete	Surface
Screen	Multiaxis
Solids	Operations
Toolpaths	Job setup
NC utils	Next menu

Figura 3.32.- Menú para la selección de la operación Pocket

Posteriormente, se seleccionan las entidades que conforman la cavidad, las entidades tienen que ser cerradas, esto es, los extremos de las entidades deben estar unidas (el extremo de una entidad debe coincidir con el fin de la última), como se aprecia en la figura 3.33.

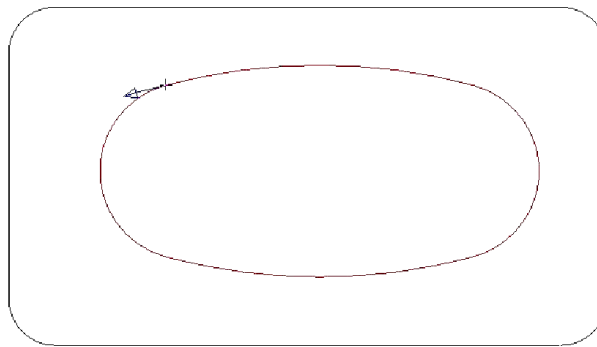


Figura 3.33.- Selección de cadenas para el fresado.

Una vez hecha la selección, se selecciona Done, figura 3.34.

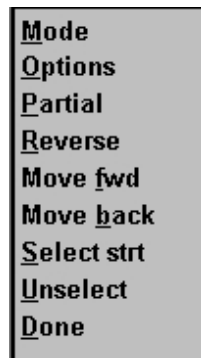


Figura 3.34.- Aceptación de entidades.

En la caja de diálogo de la operación de cavidades, haga clic en el botón derecho del mouse sobre la zona blanca, figura 3.35.



Figura 3.35.- Menú para el acceso de herramientas.

Después de seleccionar la opción Get tool from library..., se modifican los parámetros de la herramienta como se muestra en la figura 3.36.

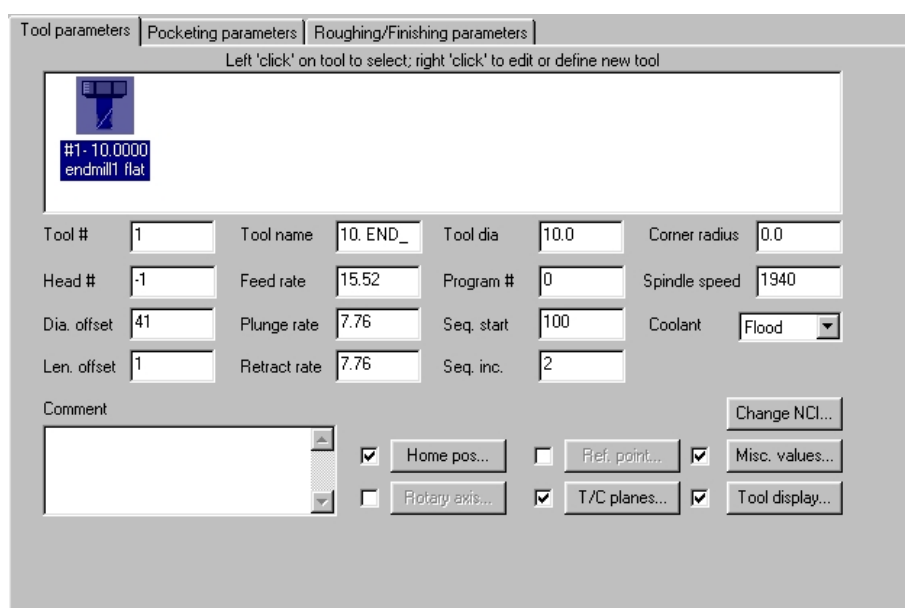


Figura 3.36.- Parámetros de la herramienta.

A continuación, se proporcionan los parámetros de fresado de cavidades, como se muestra en la figura 3.37.

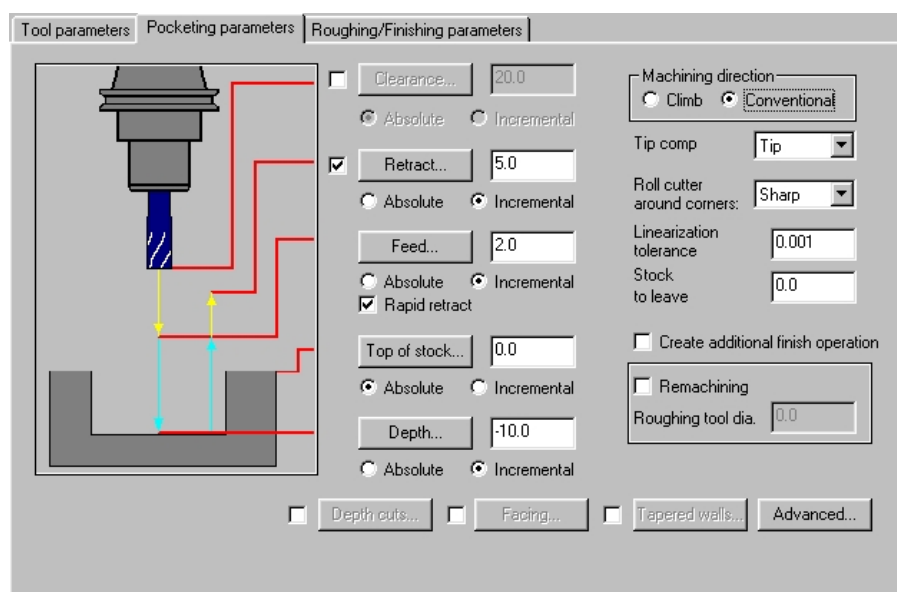


Figura 3.37.- Parámetros de fresado de cavidades

Por último, se seleccionan los parámetros de desbaste y acabado para la trayectoria de la herramienta, figura 3.38.

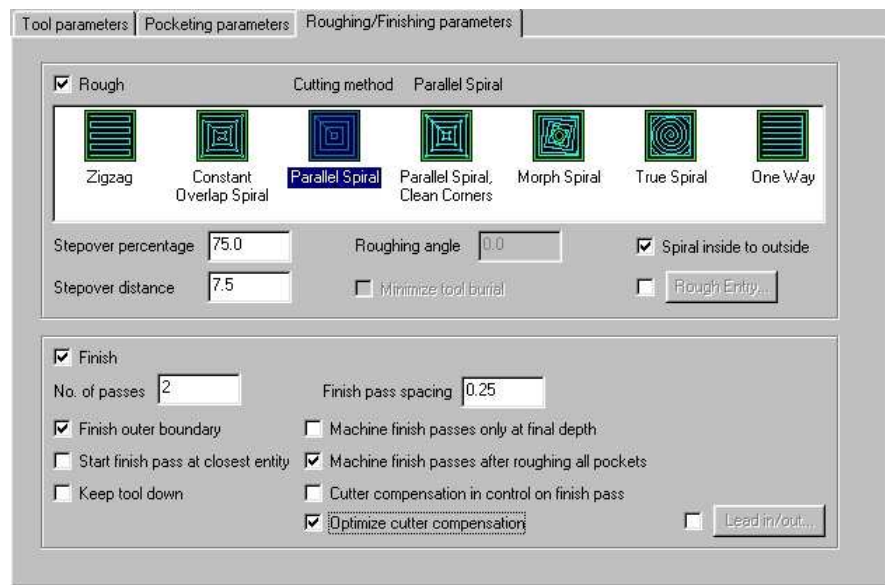


Figura 3.38.- Parámetros de desbaste y acabado.

Una vez seleccionados los parámetros de fresado de cavidades y hacer clic en Aceptar se obtiene la trayectoria de la herramienta, figura 3.39.

Figura 3.39.- Trayectoria de la herramienta.

Con esta secuencia de operaciones se obtiene el fresado de cavidades en piezas que así lo requieran. En la figura 3.40 se visualiza la trayectoria de la herramienta en una vista isométrica.

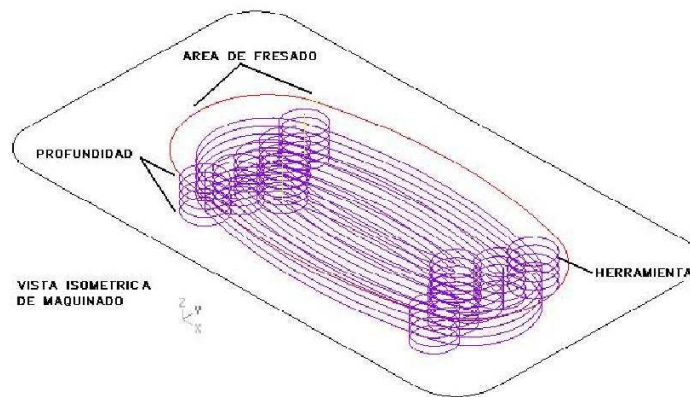


Figura 3.40.- Trayectoria de la herramienta representada en una vista isométrica

3.3.1.5.- Planeado (Face)

El objetivo es crear las trayectorias de herramientas para una operación de planeado mediante la opción Face. Para ello, se analizará la pieza mostrada en la figura 3.41.

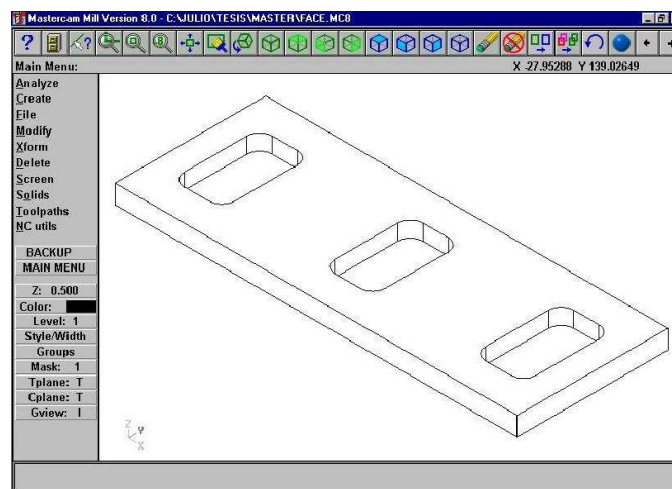


Figura 3.41.- Geometría

La operación a realizar es el maquinado de la cara superior de la pieza mostrada, asumiendo que existe un exceso de material. Para iniciar, se selecciona del menú principal la opción Toolpaths/Face, figura 3.42.



Figura 3.42.- Selección de la opción Face

A continuación, se seleccionan las entidades donde está la cara de la pieza que se quiere maquinar, figura 3.43.

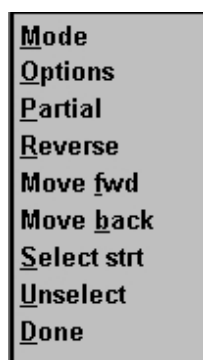


Figura 3.43.- Selección de entidades para la operación Face.

Finalmente, se selecciona Done, figura 3.44.

Figura 3.44.- Aceptación de entidades.

En la caja de diálogo de la operación de planeado, haga clic con el botón derecho del mouse sobre la zona blanca de manera que aparezca la caja de diálogo mostrada en figura 3.45.



Figura 3.45.- Menú para el acceso de herramientas.

Se selecciona la opción Get tool from library.. y se modifican a continuación los parámetros de la herramienta como se indica en la figura 3.46.

Figura 3.46.- Modificación de los parámetros de la herramienta.

Se selecciona la opción parámetros de planeado y se modifican sus parámetros como se muestra en la figura 3.47.

Figura 3.47.- Modificación de los parámetros de planeado.

Finalmente, se obtiene la operación de planeado en la pieza, figura 3.48.

Figura 3.48.- Maquinado de una superficie en representación isométrica.

3.4.- OPERACIONES DE MAQUINADO EN EL TORNO

3.4.1.- DESBASTE (Rough)

Se usa la opción Rough para definir la trayectoria de la herramienta en una operación de desbaste asumiendo que existe un exceso de material. Para ejemplificarlo considerése la geometría mostrada en la figura 3.49.

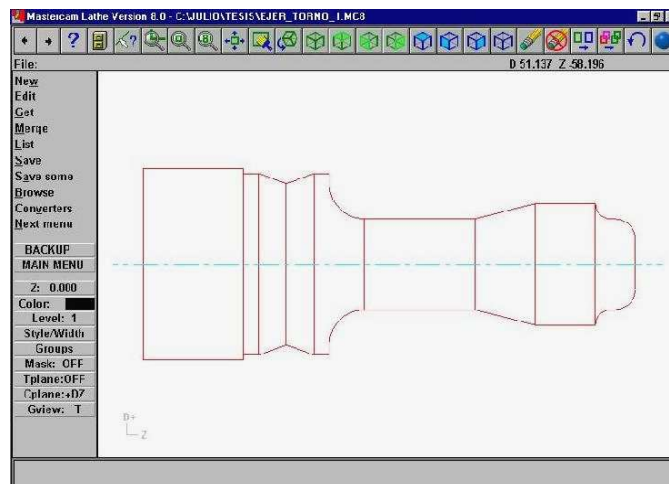


Figura 3.49.- Geometría para la opción desbaste.

A continuación, se selecciona la opción Toolpaths/Rough, figura 3.50

Main Menu:	Lathe toolpaths:
<u>A</u> nalyze	<u>N</u> ew
<u>C</u> reate	<u>Q</u> uick
<u>F</u> ile	<u>F</u> ace
<u>M</u> odify	<u>R</u> ough
<u>X</u> form	<u>F</u> inish
<u>D</u> elete	<u>G</u> roove
<u>S</u> creen	<u>D</u> rill
<u>S</u> olids	<u>O</u> perations
<u>T</u> oolpaths	<u>J</u> ob setup
<u>N</u> C utils	<u>N</u> ext menu

Figura 3.50.- Secuencia a seguir para la operación Rough

Una vez realizado lo anterior, se seleccionan las entidades de la pieza que se quiere maquinar, figura 3.51.

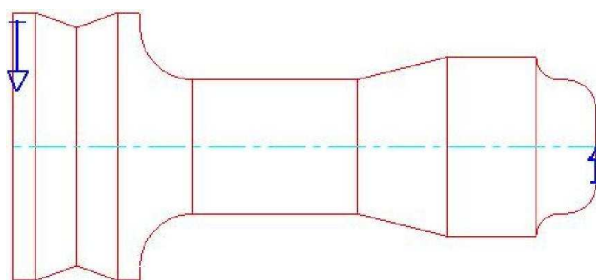


Figura 3.51.- Selección de entidades para la operación Rough

Por último se hace clic en Done, figura 3.52.

<u>M</u> anual
<u>A</u> utomatic
<u>E</u> ntities
<u>W</u> indow pts
<u>L</u> ast
<u>M</u> ask on arc
<u>P</u> atterns
<u>O</u> ptions
<u>E</u> dit
<u>D</u> one

Figura 3.52.- Aceptación de las entidades seleccionadas.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

Después, se modifican los parámetros de corte de la herramienta como se indica en la figura 3.53.

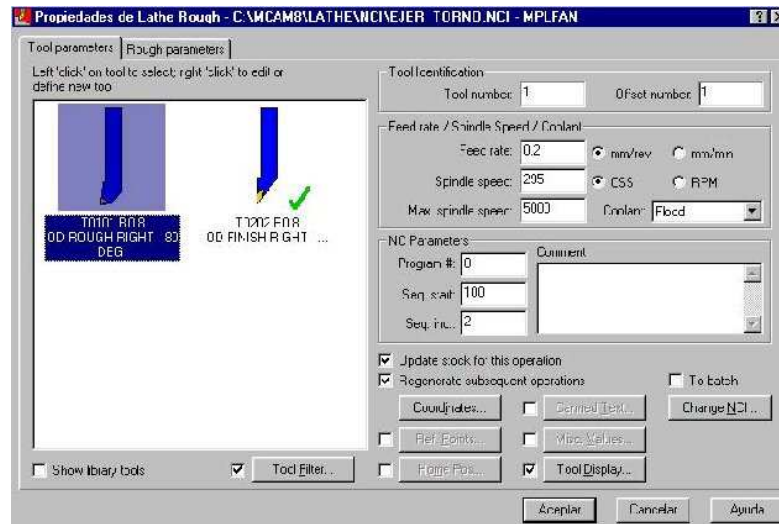


Figura 3.53.- Parámetros de corte de la herramienta.

Se selecciona la opción Tool Parameters y se modifican como se muestra en la figura 3.56.

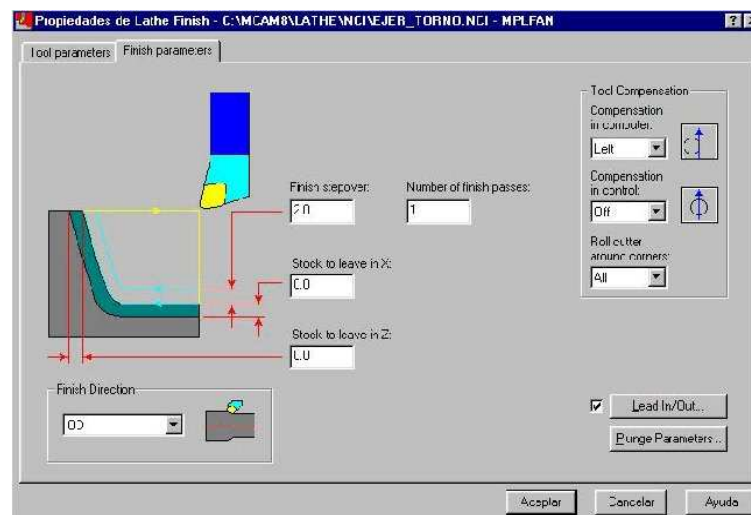


Figura 3.54.-Parámetros de desbaste

Finalmente, se obtiene la operación de desbaste en la pieza como se aprecia en la figura 3.55.

Figura 3.55.- Pieza ya desbastada

3.4.2.- AFINE (FINISH)

Se usa la opción Finish para definir la trayectoria de la herramienta en una operación de acabado asumiendo que existe un exceso de material. Considerese la geometría mostrada en la figura 3.56.

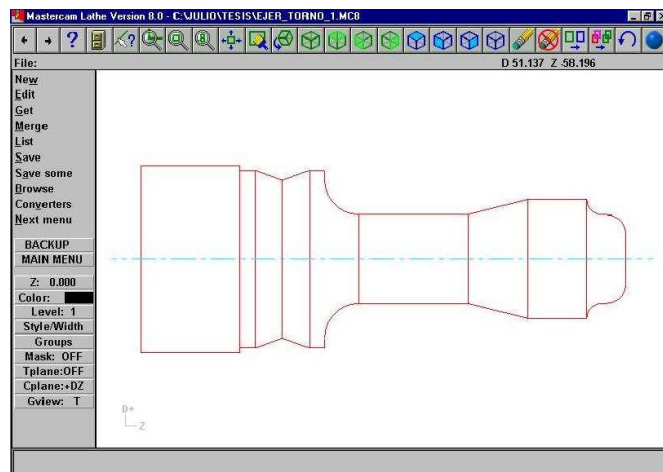


Figura 3.56.- Pieza que debe ser maquinada mediante afine

A continuación, se selecciona la opción Toolpaths/Finish, figura 3.57.



Figura 3.57.- Secuencia de operaciones para realizar el afine.

En seguida, se seleccionan las entidades de la pieza que se desea maquinar, figura 3.58

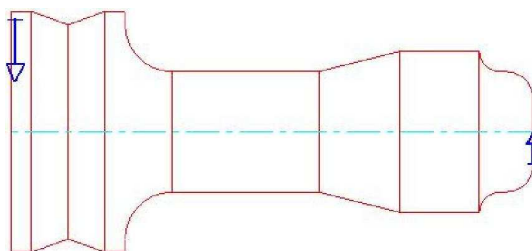


Figura 3.58.- selección de entidades para la operación Finish.

Una vez seleccionadas , se hace clic en Done, figura 3.59.

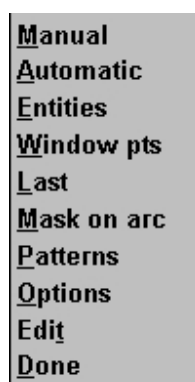


Figura 3.59.- Aceptación de las entidades.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

Después, se modifican los parámetros de corte de la herramienta como se muestra en la figura 3.60.

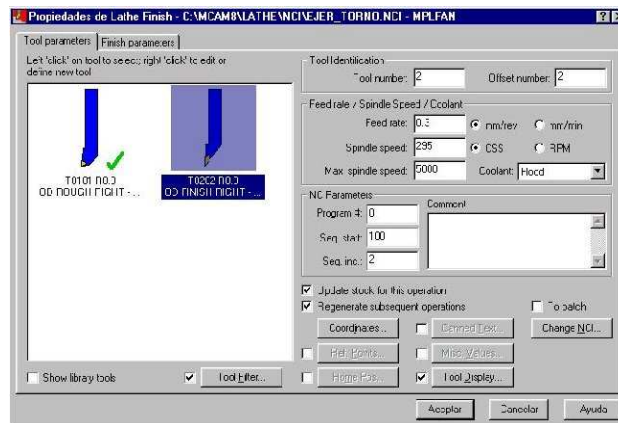


Figura 3.60.- Parámetros de corte de la herramienta.

*Se cambia a la opción **Finish Parameters** y se modifican los parámetros para acabado, figura 3.61.*

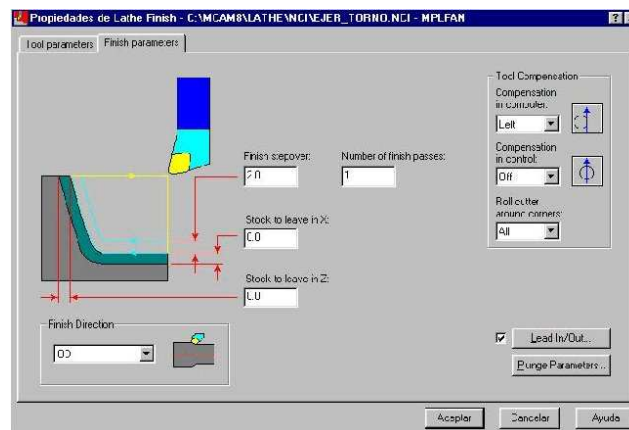


Figura 3.61.- Parámetros de acabado.

Por último, se obtiene la geometría mostrada en la figura 3.62.

3.4.3.- RANURADO (Groove)

En esta operación, no es obligatorio que exista la geometría de la ranura para crear la trayectoria, sólo seleccione: Main Menú/ Toolpaths/ Groove, figura 3.63.



Figura 3.63.- Secuencia para el maquinado de una ranura.

Seleccione la opción 2 Points para especificar los puntos extremos de la ranura, figura 3.64.

Figura 3.64.- Menú de ranurado.

Seleccione los puntos como se muestra en la figura 3.65.

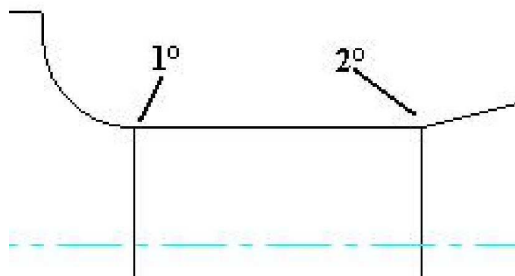


Figura 3.65.- Selección de los puntos extremos de la ranura.

A continuación, proporcione los valores requeridos en las cajas de diálogo, figura 3.66.

Figura 3.66.- Parámetros de ranurado.

Al terminar de dar los valores, seleccione la etiqueta Aceptar.

3.4.4.- BARRENADO (Drill)

Se usa la opción Drill para definir la trayectoria de la herramienta en una operación de barrenado. Para iniciar se tiene la geometría mostrada en la figura 3.67.

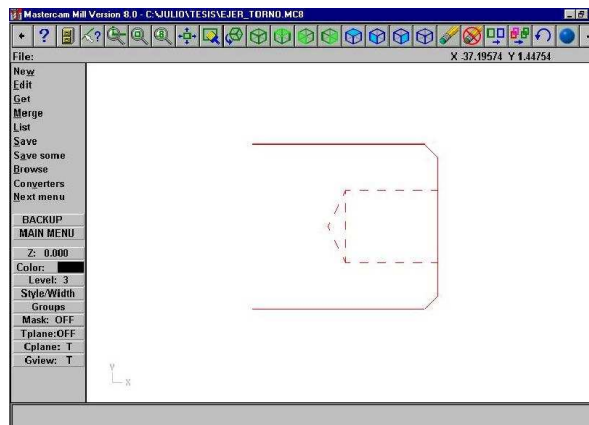


Figura 3.67.- Geometría para la opción Drill

La operación que debe realizarse es el barrenado de la pieza mostrada, por lo que inicialmente se selecciona del menú principal la opción Toolpaths/Drill, figura 3.68



Figura 3.68.- Secuencia para barrenado.

En la caja de diálogo se proporcionan los valores adecuados para el barrenado, figura 3.69.

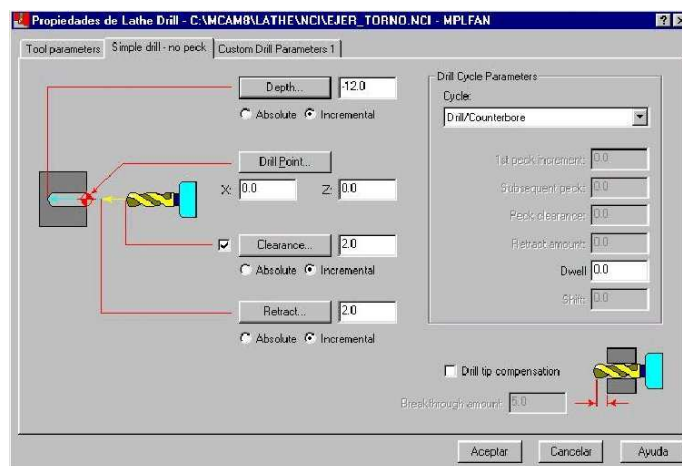


Figura 3.69.- Parámetros de barrenado.

Al terminar de dar entrada a los valores, seleccione la etiqueta Aceptar

3.4.5.- ROSCADO (Thread)

Se usa utiliza la opción Thread para definir la trayectoria de la herramienta en una operación de roscado. Para iniciar se tiene la geometría mostrada en la figura 3.70.

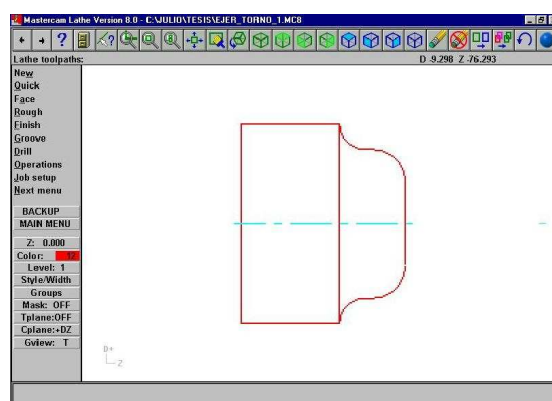


Figura 3.70.- Geometría para la operación Roscado.

A continuación, se selecciona del menú principal la opción Toolpaths/Next Menu/Thread, figura 3.71.



Figura 3.71.- Secuencia a seguir para la operación de roscado.

En la caja de diálogo se proporcionan los valores adecuados para la operación de roscado, figura 3.72.

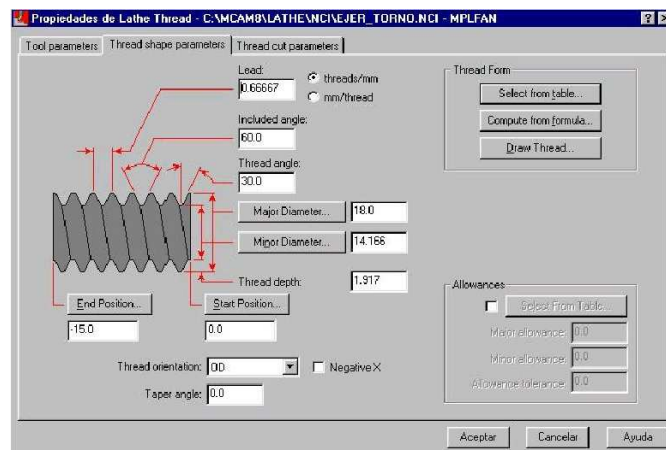


Figura 3.72.- Parámetros de Roscado.

Al terminar, seleccione la etiqueta Aceptar, obteniéndose la pieza mostrada en la figura 3.73.

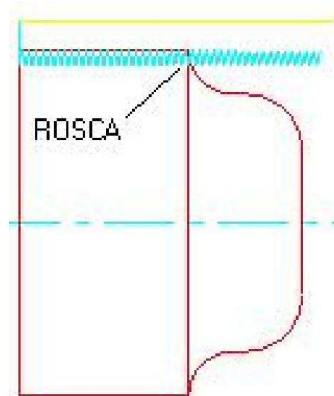


Figura 3.73.- Roscado ya terminado.

3.4.6.- TRONZADO (Cutoff)

Finalmente, la pieza se separa de la barra usando una herramienta de tronzado. Para iniciar la operación principal seleccione: MainMenu/Toolpaths/Nextmenu/Cutoff, figura 3.74.



Figura 3.74.- Secuencia de operaciones para el Tronzado de la pieza.

Seleccione el punto mostrado en la figura 3.75 para iniciar el algoritmo de calculo del tronzado.

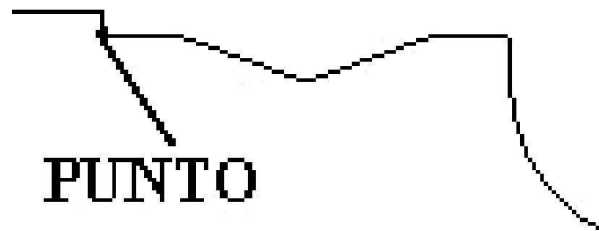


Figura 3.75.- Selección del punto inicial para la operación de tronzado.

Después de seleccionar la herramienta adecuada para realizar la operación, figura 3.76, proporcione los valores que corresponden en las cajas de diálogo, figura 3.77.

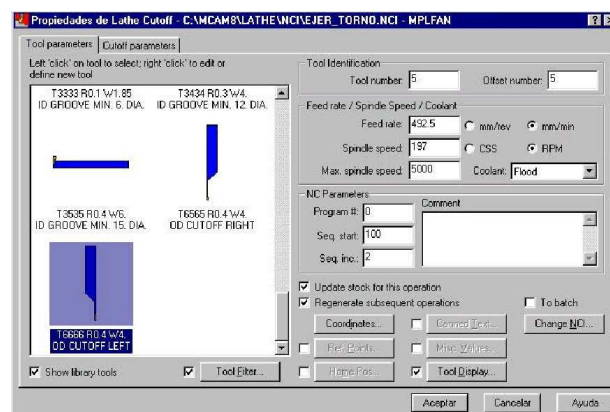


Figura 3.76.- Selección de la herramienta para tronzado.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

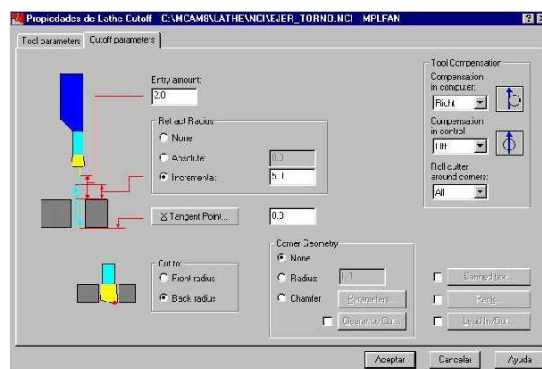


Figura 3.77.- Parámetros de tronzado.

CAPITULO 4

EJEMPLOS PRÁCTICOS

4.1.- FRESADO.-

En el proceso de fresado, todo programa de control numérico, se puede aplicar el procedimiento que usa contornos en dos dimensiones o superficies en tres dimensiones, o, una combinación de ambos.

La generación de la geometría y su posterior manufactura se presenta de manera sencilla a través de un ejemplo práctico, el cual se muestra en la figura 4.1.

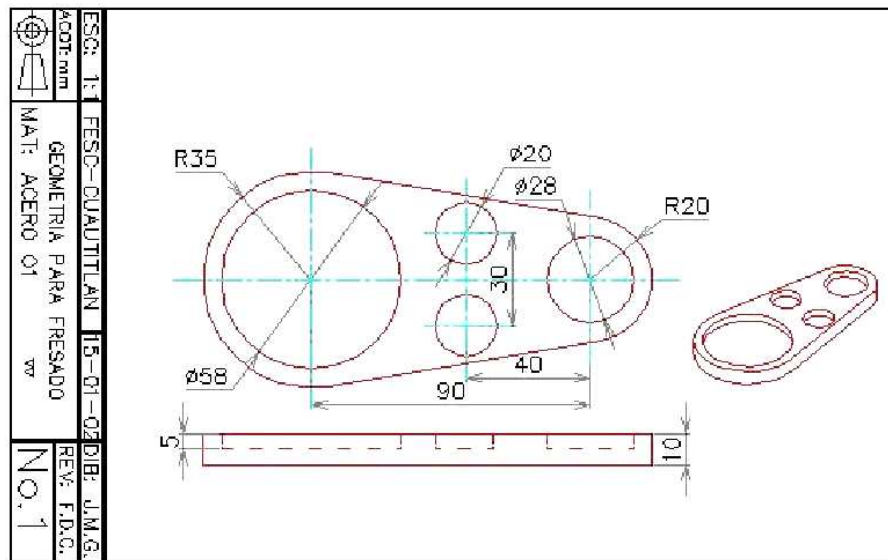


Figura 4.1.- Geometría para el ejemplo

4.1.1.- EJEMPLO DE FRESADORA.

Primero, se ingresa al programa MASTERCAM V9, donde posteriormente se diseñará la geometría tal y como se explica a continuación.

Seleccione: Main menu/ Create/ Arc/Circ pt+rad

Proporcione el radio del círculo:35

Observe que aparece un círculo y proporcione los siguientes valores:

Reference point: X= -40, Y= 0.0, Z= 0.0

Una vez dibujado, oprima ESC un par de veces.

Para dibujar otro círculo, repita el procedimiento con los valores siguientes:

Radius: 20.0

Reference point: 50,0,0

Obteniéndose lo mostrado en la figura 4.2

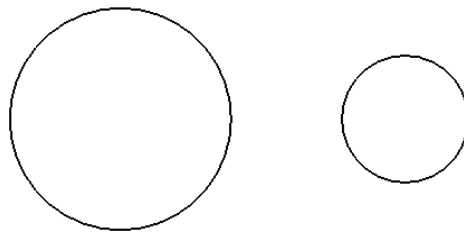


Figura 4.2.- Creación de los círculos.

A continuación, seleccione: Main menu/ Create line/ Tangent/ 2 arcs

Seleccione el círculo de la izquierda haciendo clic con el botón izquierdo del ratón en un punto en la parte alta del mismo y posteriormente seleccione el círculo de la derecha en un punto similar, el objetivo es crear una línea tangente a los dos círculos. Repitiendo el procedimiento se obtiene la línea inferior tangente; para terminar presione ESC un par de veces, figura 4.3.

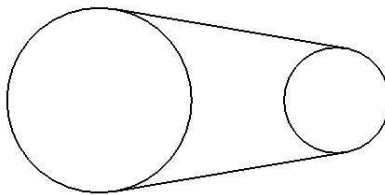


Figura 4.3.- Creación de las líneas tangentes a los 2 círculos.

Seleccione: Main menu/ Modify/ Trim/ 3 entities

Haga clic en cada una de las líneas creadas y posteriormente en el extremo izquierdo del círculo más grande, figura 4.4

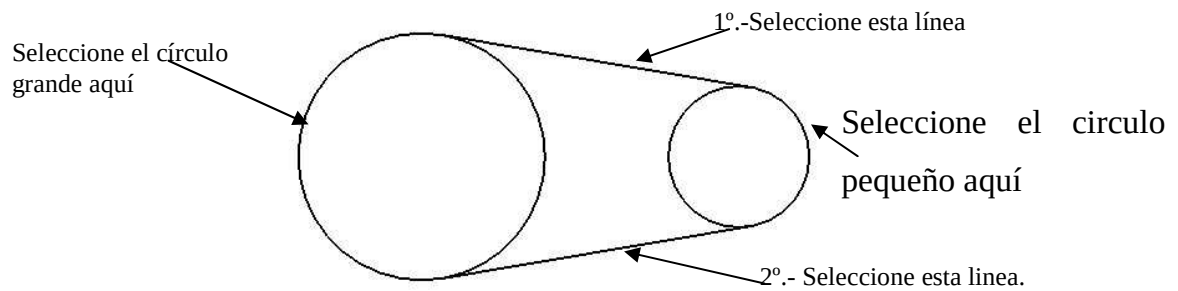


Figura 4.4.- Selección de entidades

Repita el procedimiento para recortar el círculo pequeño para recortar el círculo pequeño, como se muestra en la figura 4.5.

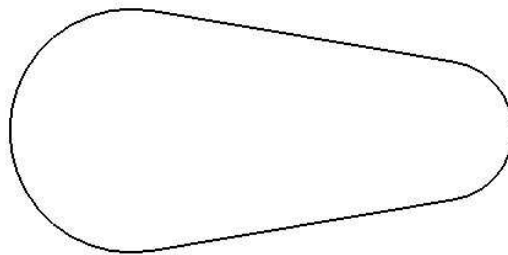


Figura 4.5.- Geometría recortada

Realice los pasos necesarios para agregar los círculos que se muestran en la figura 4.6

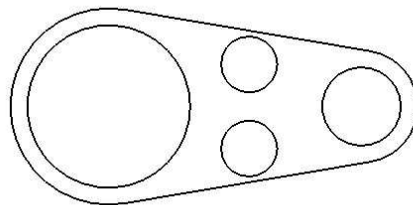


Figura 4.6.- Geometría total.

4.1.2. GENERACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE MAQUINADO.

Hasta el momento, las entidades dibujadas son exclusivamente líneas y arcos en dos dimensiones que comparten el mismo nivel, esto es, $Z = 0$.

El brazo tendrá 10 mm de espesor y se presentará en sobrerrelieve en la placa, todo el material sobrante debe eliminarse.

Este proceso es ideal para manejarse a través de la operación de fresado de cavidades (Pocket machining).

Para presentar la pieza en formato isométrico, haga clic con el botón derecho del ratón en cualquier zona del dibujo y seleccione la opción Isometric.

Antes de definir la operación de maquinado a utilizar, es conveniente especificar el tamaño del material en bruto, en este caso, se trata de una placa de aluminio.

Seleccione: Main menu/ Toolpaths/ Job Setup

En la caja de diálogo que se muestra en la figura 4.7, seleccione las etiquetas en el orden (1º, 2º, 3º y 4º) en el orden en que se muestran y asigne los valores mostrados y al terminar seleccione OK.

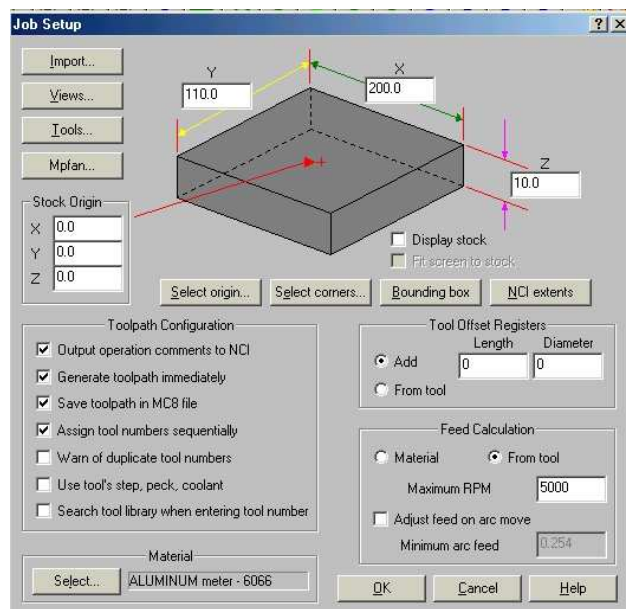


Figura 4.7.- Selección del material en bruto.

A continuación seleccione: Main menu/ Toolpaths/ Pocket

Seleccione cualquiera de las líneas del cuadro exterior. Como el modificador por default en este momento es el de cadena (Chain), las líneas se seleccionan automáticamente. Ahora, seleccione alguna de las líneas del contorno del brazo, figura 4.8.

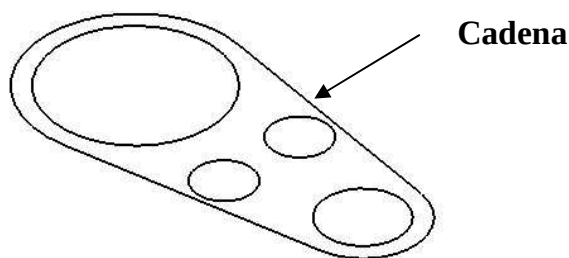


Figura 4.8.- Selección de entidades.

De igual manera, el modificador de cadena (Chain) permite que todo el contorno se seleccione. Al terminar seleccione la etiqueta Done.

En la caja de diálogo que aparece, haga clic con el botón derecho del mouse sobre la zona blanca, de manera que aparezca el cuadro de diálogo mostrado en la figura 4.9.

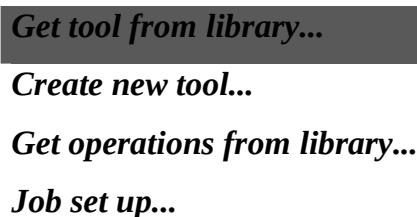


Figura 4.9.- Selección de herramientas.

Seleccione la opción Get tool from library y aparece la caja de diálogo que se aprecia en la figura 4.10, en donde se elige un cortador vertical de 10 mm de diámetro que se usará para el debaste.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

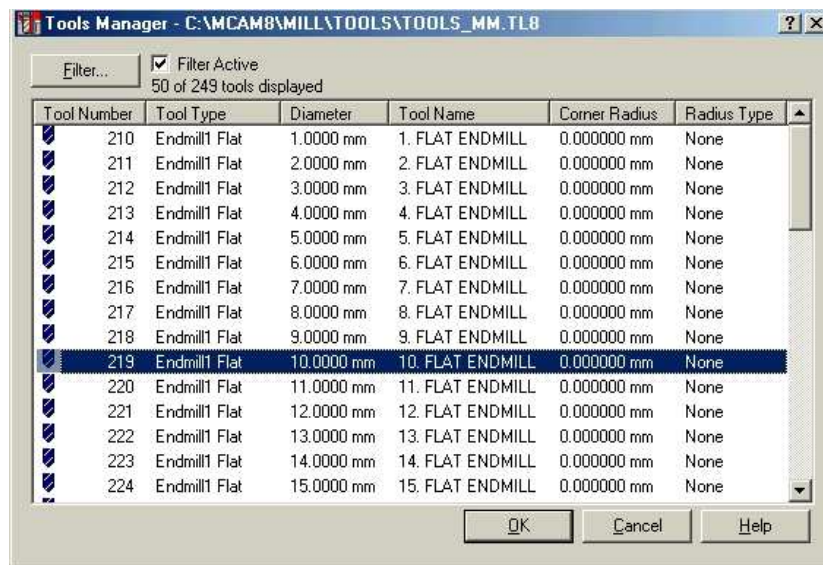


Figura 4.10.- Librería de herramientas.

Al regresar a la caja de diálogo de la operación Pocket se asignan los valores correspondientes de diámetro (en mm) avances y RPM,s de acuerdo a la figura 4.11.

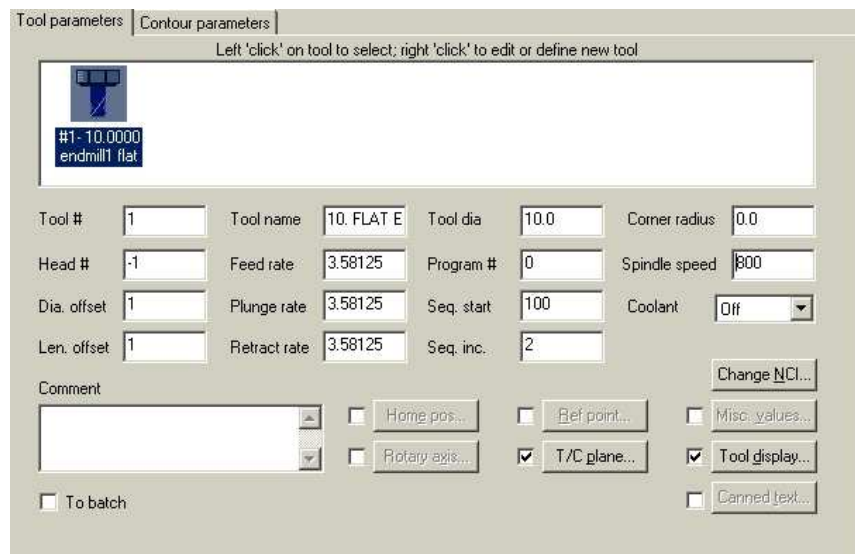


Figura 4.11.- Parámetros de herramientas.

Para establecer los parámetros de corte para el fresado de las cavidades, seleccione la etiqueta Pocketing parameters y en la caja de diálogo se especifican los valores de alturas y profundidades de corte, así como la profundidad de corte en cada corte sucesivo, figura 4.12.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

Debe decirse que los parámetros se especifican generalmente como valores absolutos, ya que normalmente el plano Z=0 se encuentra en la superficie del material.

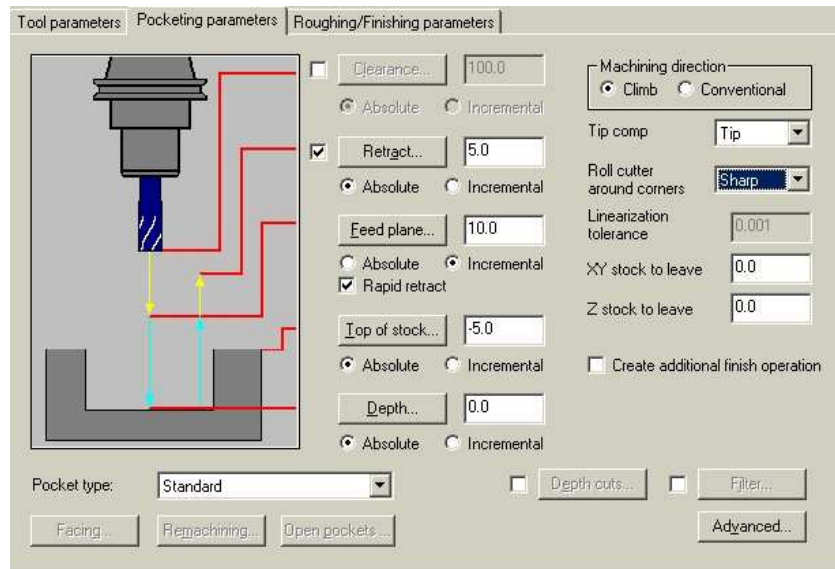


Figura 4.12.- Parámetros de fresado.

Finalmente, seleccione la etiqueta: Roughing/ Finish parameters, figura 4.13.

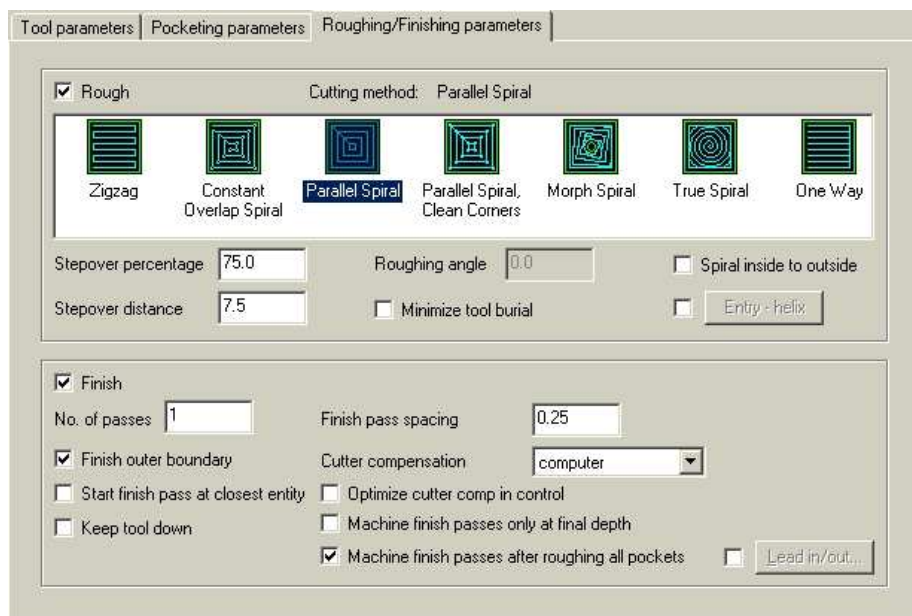


Figura 4.13.- Parámetros de afine.

El proceso de fresado esta terminado. Simplemente seleccione la etiqueta Aceptar en las cajas de diálogo para iniciar el proceso de generación de trayectorias.

4.1.3.- SIMULACIÓN EN PANTALLA DEL PROCESO DE MAQUINADO.

Seleccione : Main menu/ NC Utils/ Backplot

Puede simular el proceso paso a paso, seleccionando la etiqueta Step varias veces, o lo puede de manera rápida mediante la opción Run, figura 4.14.

Figura 4.14.- Menú de selección.

Otra alternativa para simular el proceso, es usar la opción de simulación en un modelo sólido, para ello, seleccione: Main menu/ Toolpaths/ Operations

La caja de diálogo que se presenta tiene registradas las operaciones de corte realizadas y se conoce como el administrador de operaciones (Operations Manager) y se pueden modificar las características de cualquier operación, así como ejecutar la simulación en modelo de alambre (Blackplot) y la sólida (Verify).

De hecho a través del administrador de operaciones se pueden crear nuevas trayectorias de herramientas. En ésta caja de diálogo, seleccione la etiqueta Verify, figura 4.15

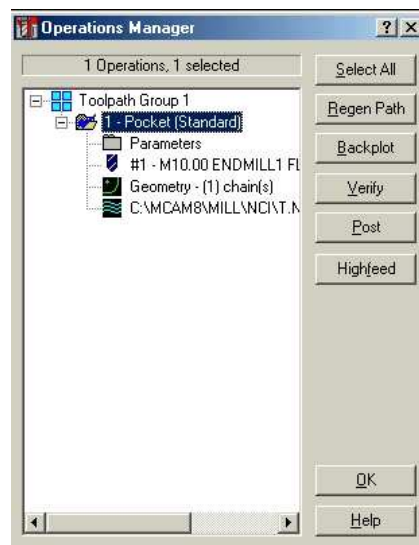


Figura 4.15.- Administrador de operaciones (Operations manager)

A continuación, seleccione el botón de simulación que es el que tiene una flecha simple que apunta hacia la derecha, figura 4.16

Figura 4.16.- Control del proceso de simulación.

La simulación del maquinado de la pieza se presenta en la figura 4.17.

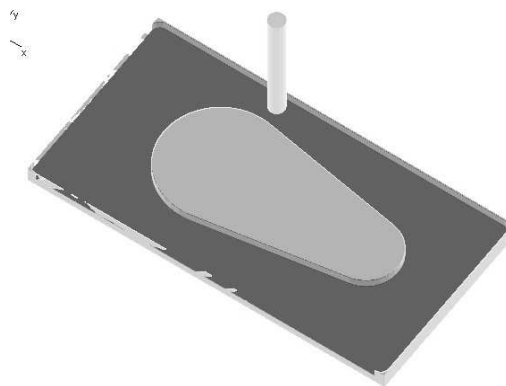


Figura 4.17.- Simulación de maquinado.

Al regresar al administrador de operaciones, seleccione OK.

4.1.4.- OPERACIONES DE MAQUINADO RESTANTES.

Aún no se realizar todas las operaciones necesarias para obtener el brazo como se desea, recuerde que el contorno del brazo tiene todavía un sobreespesor de 0.2 mm en toda su periferia, además, es necesario desahogar todos los círculos internos del brazo, por lo que a continuación se hará la pasada de acabado del contorno del brazo utilizando el administrador de operaciones:

Seleccione: Main menu/ Toolpaths/ Contour, figura 4.18.



Figura 4.18.- Selección de la operación de contorno.

A continuación, seleccione el contorno del brazo y al terminar seleccione Done.

Después de seleccionar la herramienta adecuada, se proporciona los parámetros requeridos en la caja de diálogo mostrada en la figura 4.19.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

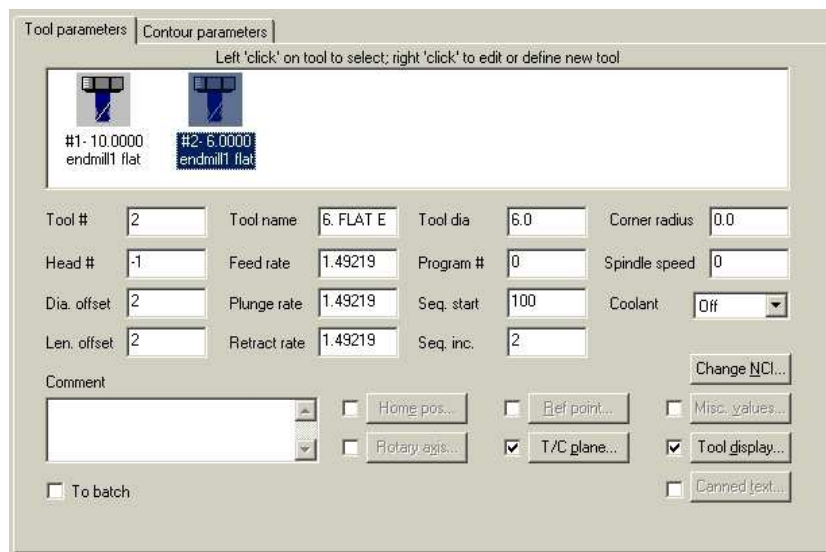


Figura 4.19.- Parámetros de la herramienta.

Después, se modifican los parámetros de contorno, figura 4.20.

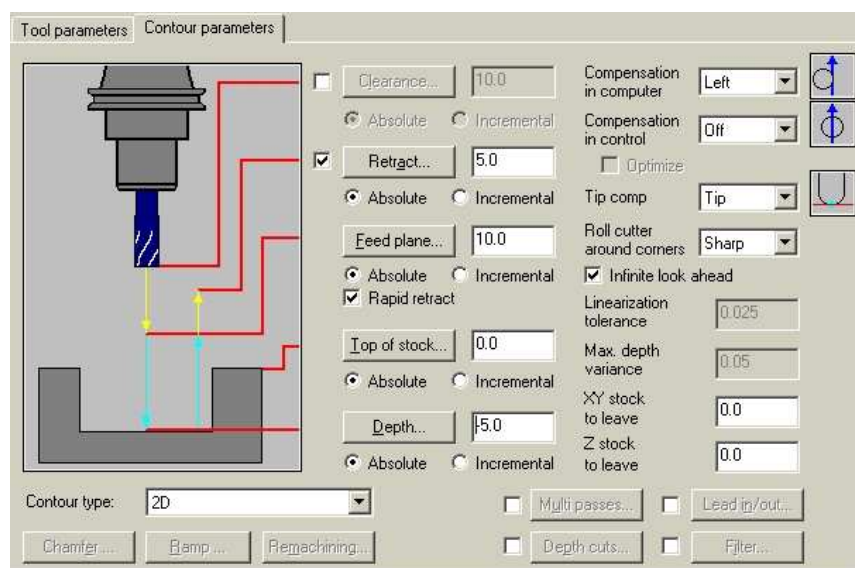


Figura 4.20.- Parámetros de contorno

Al terminar el proceso y regresar al proceso y regresar a la caja de diálogo del Operations Manager, realice la simulación en alambre y en modelo sólido de ambos procesos de maquinado (Pocket y Contour), figura 4.21.

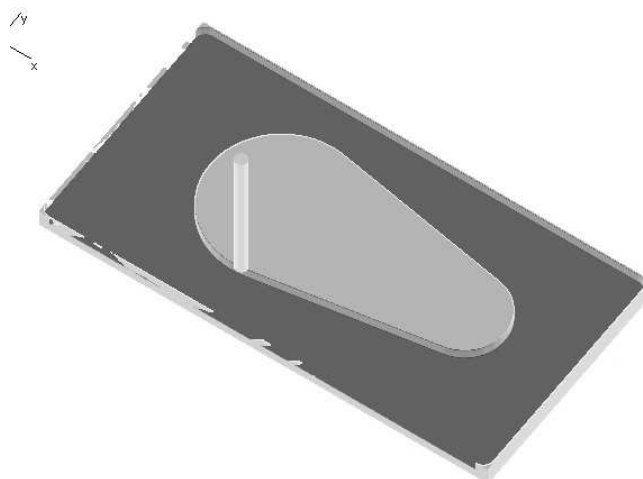


Figura 4.21.- Simulación en modelo sólido de ambos maquinados.

Para el desahogo de los círculos internos seleccione: Main Menu/ Toolpaths/ Pocket, figura 4.22.

Main Menu:	Toolpaths:
Analyze	New
Create	Contour
File	Drill
Modify	Pocket
Xform	Face
Delete	Surface
Screen	Multiaxis
Solids	Operations
Toolpaths	Job setup
NC utils	Next menu

Figura 4.22.- Selección de la operación Pocket

A continuación, mediante la opción Chain seleccione los círculos donde se va a aplicar la operación, figura 4.23.

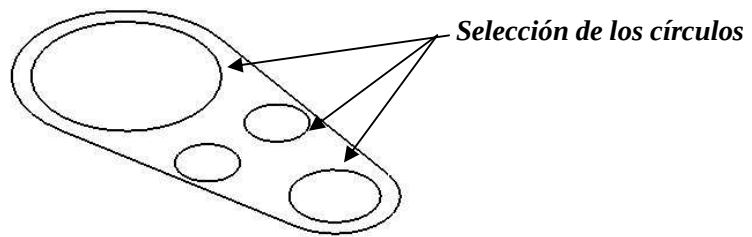


Figura 4.23.- Selección de los círculos mediante la opción Chain.

En la caja de diálogo seleccione la herramienta adecuada y proporcione los parámetros de herramienta, figura 4.24

La imagen muestra una interfaz de usuario con tres pestañas: "Tool parameters", "Pocketing parameters" (seleccionada) y "Roughing/Finishing parameters".
En la pestaña "Pocketing parameters", se muestran dos herramientas seleccionadas: "#1- 10.0000 endmill1 flat" y "#2- 6.0000 endmill1 flat".
Debajo, hay una cuadrícula de campos de entrada para los parámetros de la herramienta:
- Tool #: 2
- Tool name: 6. FLAT E
- Tool dia: 6.0
- Corner radius: 0.0
- Head #: -1
- Feed rate: 1.49219
- Program #: 0
- Spindle speed: 0
- Dia. offset: 2
- Plunge rate: 1.49219
- Seq. start: 100
- Coolant: Flood
- Len. offset: 2
- Retract rate: 1.49219
- Seq. inc.: 2
Hay un campo de texto "Comment" y un botón "Change NCI...".
En la parte inferior, hay una fila de casillas de verificación: "Home pos..." (desactivada), "Rotary axis..." (desactivada), "Ref point..." (desactivada), "T/C plane..." (activada), "Misc. values..." (desactivada), "Tool display..." (activada) y "Canned text..." (desactivada).
En la esquina inferior izquierda, hay una casilla de verificación "To batch" desactivada.

Figura 4.24.- Parámetros de herramienta para el desahogo de los círculos.

Después de seleccionar la pestaña Pocketing Parameters se proporcionan los valores requeridos, figura 4.25.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

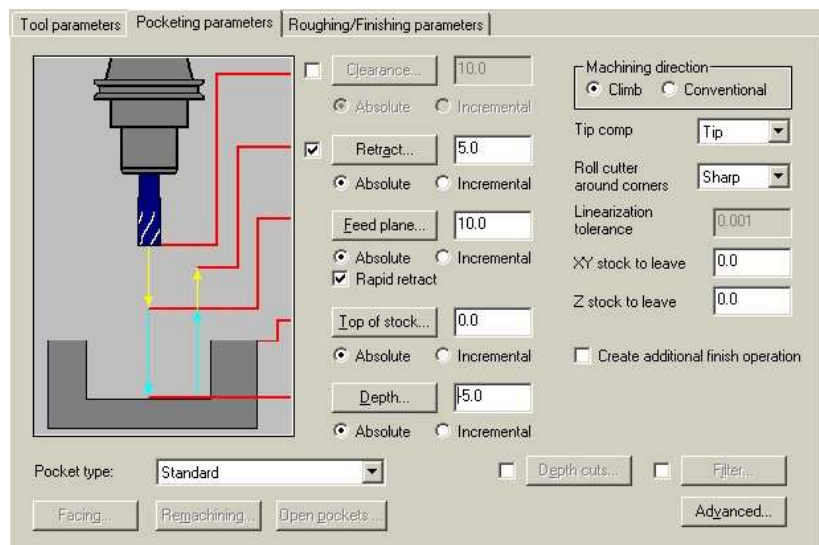


Figura 4.25.- Parámetros para la operación de cavidades.

*Y por último, se hace clic en la pestaña **Roughing Finish parameters** y sellena el cuadro de diálogo como se muestra en la figura 4.26.*

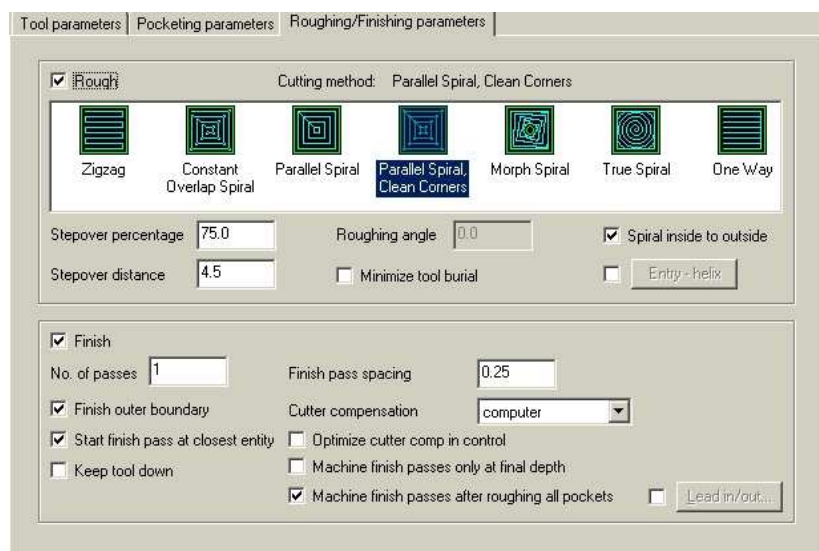


Figura 4.26.- Parámetros de desbaste y afine.

*Al terminar y regresar a la caja de diálogo del **Operations Manager** se pueden ver las tres operaciones que han sido establecidas, figura 4.27.*

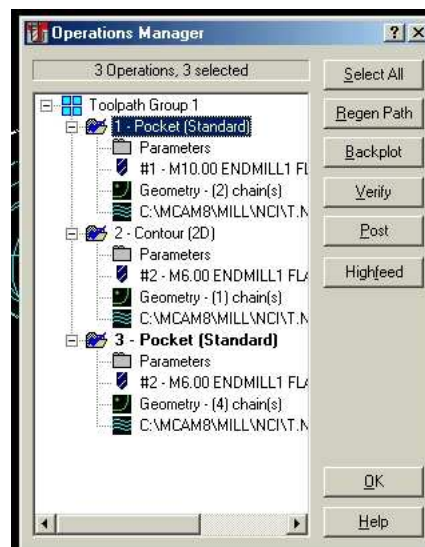


Figura 4.27.- Administrador de operaciones

Pruebe hacer la simulación en alambre y sólida de ambos procesos de maquinado, figura 4.28.

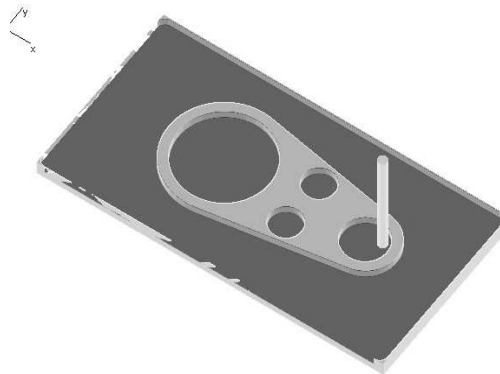


Figura 4.28.- Simulación en modelo sólido.

4.1.5.- POST- PROCESO.

*Para obtener el código de control numérico apropiado para la máquina-herramienta que se tenga disponible se requiere del post-proceso. Los post-procesadores son archivos con extensión *.pst.*

El archivo intermedio (.NCI) se procesa renglón a renglón por el postprocesador, el cual genera el archivo de control numérico correspondiente con extensión .NC

Seleccione: Main menu/ Toolpaths/ Operations

En la caja de diálogo, seleccione la etiqueta Select All y posteriormente Post.

En la caja de diálogo, verifique si el nombre del postprocesador es el que usted desea utilizar, de lo contrario, seleccione Change Post, figura 4.29.



Figura 4.29.- Cambio del postprocesador.

Active las opciones de la caja de diálogo, como se muestra en la figura 4.30 ya al terminar seleccione OK.

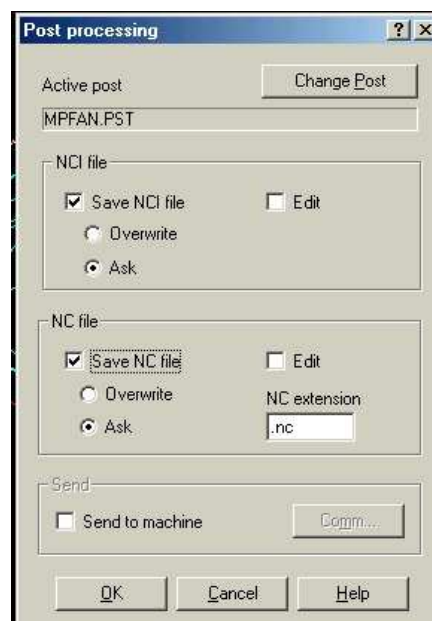


Figura 4.30.- Menú de edición.

Inmediatamente después de que se genere el archivo NC, éste es llamado por el editor y presentado en pantalla, figura 4.31.

PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA DE MAQUINAS CNC

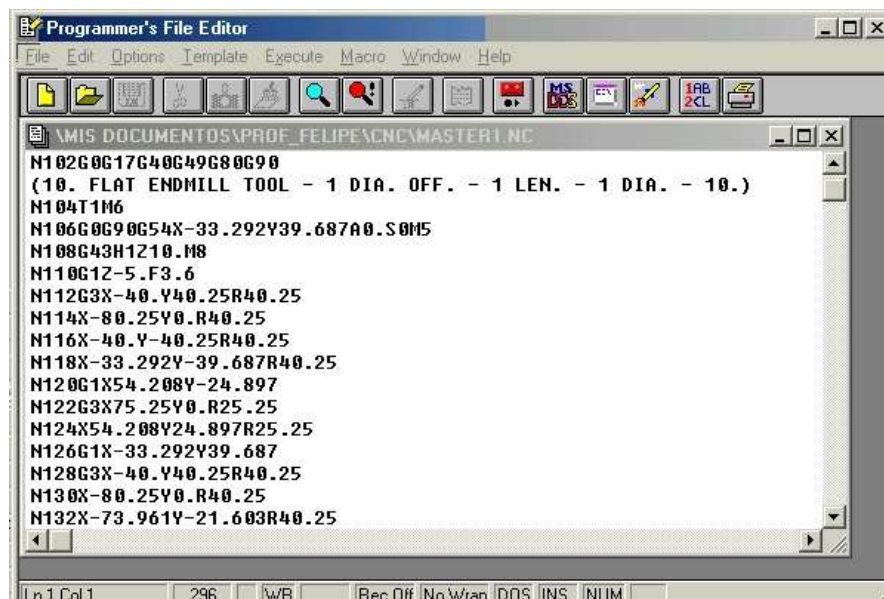


Figura 4.31.- Código CNC.

