



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**DISEÑO Y MANUFACTURA ASISTIDO POR
COMPUTADORA**
**"PROCESO DE MAQUINADO DE UNA VALVULA
REPARTIDORA DE GATO ESTABILIZADOR
EN UN TORNO DE CNC."**

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
JUAN RAMON BRAVO VELASCO

ASESOR: ING. EUSEBIO REYES CARRANZA.

27760

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1999.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVIACIÓN DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCÍA MIJARES
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

de diseño y manufactura asistido por computadora.
Proceso de maquinado de una válvula repartidora de gato
estabilizador en un torno de CNC.

que presenta el pasante: Juan Ramón Bravo Velasco,
con número de cuenta: 8839018-7 para obtener el Título de:
Ingeniero mecánico electricista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 12 de enero de 19 99

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I</u>	<u>M. I. Felipe Díaz del Castillo</u>	
<u>III</u>	<u>Ing. Eusebio Reyes Carranza</u>	
<u>IV</u>	<u>Ing. Juan Alejandro Flores Campos</u>	

**DEDICO ESTE TRABAJO A LA
MEMORIA DE MI PADRE**

Agradecimientos:

A mi familia, en especial a mi mamá Yolanda, a mis hermanas Cristina y Erica, por su ejemplo, cariño, comprensión y todo el apoyo que me han brindado. Porque sin todo esto, no hubiera sido posible llegar hasta donde estoy. También a mi sobrino Daniel y mi cuñado Leonardo.

A la UNAM, por brindarme una carrera profesional que estoy seguro me servirá para toda la vida.

A la familia Monroy Torres, a mis padrinos Gloria y Porfirio, y en especial a Mayra, por el apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo.

A mi asesor el Ing. Eusebio Reyes Carranza por todo el apoyo que recibí durante el desarrollo de este trabajo y brindarme parte de sus conocimientos.

A todos mis amigos, en especial a Manuel, Lizenka, Raúl, Iram, Cristian, por su apoyo y en especial su amistad, que espero conservar por siempre.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I CONTROL NUMERICO	2
1. Definiciones	3
2. Historia el CNC	4
2.1 Ventajas de la aplicación de las máquinas-herramienta con CNC	7
2.2 Nomenclaturas de ejes y movimientos	8
3. Clasificación de máquinas-herramientas	11
3.1 Control numérico punto a punto	12
3.2 Control numérico paraxial	13
3.3 Control numérico continuo	14
3.3.1 Interpolación lineal	16
3.3.2 Interpolación circular	17
CAPITULO II PROGRAMACION MANUAL DE UN TORNO CNC	18
1. Introducción	18
2. Definición de bloque	19
2.1 Tipos de direcciones	20
2.2 Funciones preparatorias	22
2.3 Funciones misceláneas o complementarias	25
3. Ciclos fijos de torneado	27
3.1 Ciclo de acabado (G70)	27
3.2 Ciclo de cilindrado (G71)	28
3.3 Ciclo de refrentado (G72)	28
3.4 Ciclo de barrenado (G74)	29
3.5 Ciclo de roscado múltiple (G76)	30

CAPITULO III	31
1. Panel de entrada de datos	31
1.1 Teclas de Selección teniendo varias páginas	31
1.2 Teclas de Edición	31
1.3 Selección de Operación	32
1.4 Ejecución	32
1.5 Ejes / Dirección	32
1.6 Giro de husillo	33
1.7 Refrigerante	33
1.8 Teclas calientes (Hot keys)	33
2. Colocación de los Offset en el torno Penford	35
3. Proceso de Maquinado de una válvula de repartidora de gato estabilizador por medio de un programa CNC	36
3.1 Cálculos	36
3.2 Selección de herramientas	39
3.3 Programa para proceso de maquinado de una válvula repartidora de gato estabilizador	40
3.4 Hoja de trayectorias	43
CONCLUSIONES	49
APENDICE A	50
BIBLIOGRAFIA	52

INTRODUCCION

El Control Numérico (CNC) es un sistema que, aplicado a máquinas-herramienta, automatiza y controla todas las acciones de la máquina. En general, con un CNC puede controlarse:

- Los movimientos de los carros o del cabezal;
- El valor y el sentido de las velocidades de avance y de corte;
- Los cambios de herramientas, así como de las piezas;
- Las condiciones de funcionamiento de la máquina, en cuanto a su modo de trabajar (con/sin refrigerante, frenos, etc.), o en cuanto a su estado de funcionamiento (deficiencias, averías, etc.)

Así mismo, el Control Numérico se encarga de coordinar otras funciones que le son propias. Por ejemplo:

- control de flujos de información;
- control de sintaxis;
- diagnóstico de funcionamiento, etc.

Toda la información necesaria para la ejecución del programa de una pieza constituye el **PROGRAMA**, que es escrito en un lenguaje especial (Código) por medio de caracteres alfanuméricos.

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

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

CAPITULO I

CONTROL NUMERICO

1. DEFINICIONES

Control Numérico (CN)- Es una técnica que controla las acciones de las máquinas por medio de las instrucciones en forma de código alfanumérico, las instrucciones codificadas se suministran a la máquina como bloques de información, cada bloque es interpretado por la máquina como una instrucción para realizarse.

Este tipo de programa se llama programa de pieza y es uno de los principales componentes de un proceso de CAD/CAM.

CNC utiliza los principios esenciales del NC tradicional pero emplea un programa almacenado para realizar las funciones NC básicas.

Ventajas de CNC sobre el tradicional CN:

- a).- Los programas de pieza se pueden introducir y editar directamente en la unidad de máquina, sin tener que pasar por el proceso inicial de cinta de papel perforada.
- b).- El programa de pieza completo se puede almacenar en la memoria del ordenador y ejecutarse como un ciclo de producción completo.
- c).- El programa de pieza CNC sólo necesita ser cargado una vez para cualquier número de ejecuciones del programa que se desee.
- d).- El software CNC puede contener procedimientos automáticos para rutinas de maquinados comunes (ciclos preestablecidos), los cuales se pueden activar mediante simples instrucciones del programa.
- e).- El software CNC puede incluir facilidades de compensación de herramientas que permiten una versatilidad en el tamaño de las herramientas en la producción de un componente en particular.
- f).- CNC permite comunicación directa con otro sistema informático tal como una base de datos CAD, con ordenadores centrales de control numérico directo DNC.

Automatización - La palabra proviene de la contracción de los términos en inglés automatic motivation.

Automatización se define como el desempeño de operaciones automáticas dirigidas por medio de comandos programados con una medición automática de la acción, retroalimentación y toma de decisiones.

Sistemas de Manufactura Flexible - FMS (Flexible Manufacturing Systems) Sistema reprogramable capaz de producir una gran variedad de productos automáticamente. El concepto fue introducido por Dolezalek en 1967, se denomina sistema flexible de producción a uno formado por máquinas e instalaciones técnicas, enlazadas entre sí por un sistema común de transporte y control de forma que exista la posibilidad en un determinado margen, de realizar tareas diversas correspondientes a piezas diferentes sin necesidad de interrumpir el proceso de fabricación.

FMS = Máquinas CNC + Robots + Computadoras

Antes al diseñar un producto se realizaba en base a los procesos de fabricación.

Ahora los procesos de fabricación deben ajustarse a las necesidades del usuario, sin alterar velocidad de producción y calidad.

Los sistemas de manufactura, actualmente tienden a diseñarse para que:

- Se procesen automáticamente las piezas
- Las piezas pasen de una máquina a otra
- Varie la secuencia de operaciones de un proceso.

Para fabricar una pieza no existe un sólo proceso de fabricación como solución y las soluciones existentes deberán cambiar constantemente.

Esto es la base del éxito del CAD-CAM en las empresas manufactureras que quieren flexibilidad en un sistema.

CIM - (Sistemas de manufactura integrada por computadora) no solamente controla el proceso de fabricación, si no también controla el conjunto de proceso de producción.

CAD.- (Diseño asistido por computadora) Mediante la técnica CAD es diseñado el producto a través de diversos esquemas y cálculos, generalmente planos y listas de materiales (despiece).

- Ventajas.- - Producción de dibujos más rápida
- Mayor precisión de los dibujos
 - Dibujos más limpios
 - Técnicas especiales de dibujo
 - Análisis y cálculos de diseño más rápidos
 - Integración del diseño con otras disciplinas

CAM.- (Manufactura asistida por computadora) se refiere a cualquier proceso de fabricación automática que este controlada por ordenador.

- Ventajas.- - Niveles de producción más altos con menor esfuerzo laboral
- Menor posibilidad de error humano
 - Mayor versatilidad de los objetos fabricados
 - Menor desperdicio
 - Repetitividad de los procesos de fabricación
 - Productos de mayor calidad.

CADCAM es una integración de las técnicas CAD y CAM en un proceso completo.

2. HISTORIA DEL CNC

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

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

El primer intento de aplicar las técnicas del control numérico como ayuda a la mecanización de piezas tuvo lugar en 1942, por una imposición de la industria aeronáutica militar. La viabilidad fue el factor que, inicialmente, condicionó la aplicación de las técnicas del control numérico en la mecanización de piezas.

En 1942, la "Bendix Corporation" tiene problemas con la fabricación de una leva tridimensional para el regulador de una bomba de inyección para motores de avión. El perfil tan especial de dicha leva es prácticamente imposible de realizar con máquinas comandadas manualmente.

La dificultad provenía de combinar los movimientos del útil simultáneamente según varios ejes de coordenadas, hallando el perfil deseado. Se acordó entonces confiar los cálculos a una máquina automática que definiera gran número de puntos de la trayectoria, siendo el útil conducido sucesivamente de uno a otro.

En 1947, Jhon Parsons, constructor de hélices de helicóptero, americano, concibe un mando automático con entrada de informaciones numéricas.

Antes, en su afán por controlar la forma de las hélices, así como su paso, Parsons debía utilizar un gran número de plantillas y su realización estaba lejos de ser rápida y económica.

La idea de utilizar cartas perforadas (comportando las coordenadas de los ejes de los agujeros) en un lector que permitiera traducir las señales de mando a los ejes, permite a Parsons desarrollar su sistema Digiton.

En esta época, la U.S.A. Air Force estaba preocupada con la fabricación de estructuras difíciles de trabajar por copiado y susceptibles de ser modificadas rápidamente. Gracias a su sistema, Parsons obtiene un contrato y el apoyo del "Massachusetts Institute of Tecnologie" M.I.T. (Laboratorio de servomecanismos).

El Gobierno americano apoya la iniciativa para el desarrollo de una fresadora de tres ejes en contorno mandado por control digital.

En 1953, después de cinco años de puesta a punto, el M.I.T. utiliza por primera vez la apelación de "Numerical Control".

En 1956, la U.S.A.F. hace un pedido de 170 máquinas de control numérico a tres grandes constructores americanos:

*Cincinnati Milling Machine Company,

*Giddin & Levis,

*Kearney & Trecker.

Paralelamente a esta evolución, ciertos constructores se interesan por el desarrollo de máquinas más simples para trabajos, tales como taladrado, mandrinado y punteado, que no requieren ningún movimiento continuo, pero sí un posicionamiento preciso.

De aquí que, en contra de lo que pudiera parecer, el control numérico "punto a punto" hizo su aparición más tarde que el "control numérico en contorneado". Más tarde aparecería el "control numérico paraxial".

De esta forma se ha visto que la necesidad industrial de la aeronáutica fue la que creó la demanda de sistemas continuos complejos. El paso de complejos a simples revolucionó los procesos de fabricación.

En 1960, también en el M.I.T. se realizaron las primeras demostraciones de "control adaptable" (un perfeccionamiento del control numérico que permite, además, la autorregulación de las condiciones de trabajo de las máquinas).

A finales de 1968 tuvieron lugar los primeros ensayos de control numérico directo (DNC).

En general, el incremento en la utilización de máquinas-herramienta con CN se debe a que un gran número de problemas, que se consideraban bien resueltos por los métodos de trabajo clásicos, pueden tener una respuesta ventajosa desde el punto de vista técnico mediante la utilización de dichas máquinas.

2.1 VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LAS MÁQUINAS -HERRAMIENTAS CON CNC

A continuación se enumeran algunas de las ventajas que presentan las máquinas-herramientas con CNC:

- * Reducción de los tiempos de los ciclos operacionales. Las causas principales de la reducción al mínimo de los tiempos superfluos son:
 - Trayectorias y velocidades más ajustadas que en las máquinas convencionales;
 - Menor revisión constante de los planos y hojas de instrucciones;
 - Menor verificación de medidas entre operaciones.

- * Ahorro de herramientas y utillaje. El ahorro en concepto de herramientas se obtiene como consecuencia de la utilización de herramientas más universales.
En cuanto al ahorro de utillajes, se obtiene por el menor número de operaciones en máquinas distintas.
 - Mayor precisión e intercambiabilidad de las piezas.
 - Reducción del porcentaje de piezas defectuosas.
 - Reducción del tiempo de cambio de pieza.
 - Reducción del tamaño de lote.
 - Reducción del tiempo de inspección. Dado que la probabilidad de que se reduzcan piezas defectuosas dentro de una serie es menor, pueden evitarse inspecciones intermedias entre ciclos.

Aunque el CNC se ha orientado fundamentalmente hacia las máquinas-herramienta que trabajan por arranque de viruta, su utilización no queda restringida a estas aplicaciones.

2.2 NOMENCLATURA DE EJES Y MOVIMIENTOS PARA EL CONTROL NUMÉRICO DE LAS MAQUINAS

Tanto la complejidad del programa de pieza como la forma del componente terminado están determinados por el número de ejes de la máquina herramienta.

Las máquinas de control axial en 2D tienen sus movimientos a lo largo de dos ejes simultáneamente, las aplicaciones típicas son torneado y oxiacorte.

Las máquinas de control axial en 3D proporcionan movimiento de herramienta programable a lo largo de tres ejes simultáneamente, se pueden utilizar para cortes complejos en perfiles en 3D, pero su capacidad se limita en la variación del ángulo relativo de trabajo.

A continuación se da una relación de diversas máquinas que trabajan con CNC:

- Taladradoras
- Fresadoras
- Tornos
- Centros de mecanizado
- Rectificadoras
- Punzonadoras
- Máquinas de electroerosión
- Máquinas de soldar
- Máquinas de oxiacorte
- Dobladoras
- Bobinadoras
- Manipuladores
- Robots
- etcétera.

A continuación se representan esquemáticamente varias máquinas con los sistemas de ejes y movimientos normalizados:

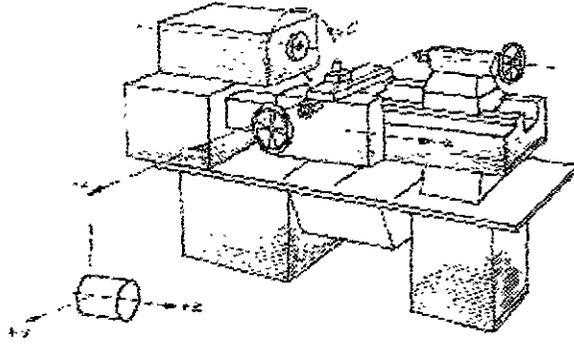


Fig. 1 Torno.

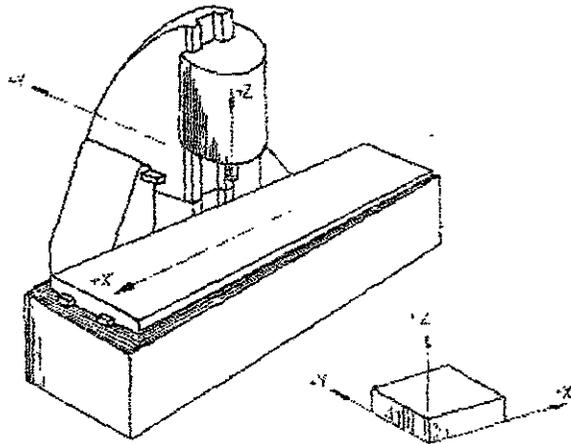


Fig. 2 Fresadora de bancada de husillo vertical.

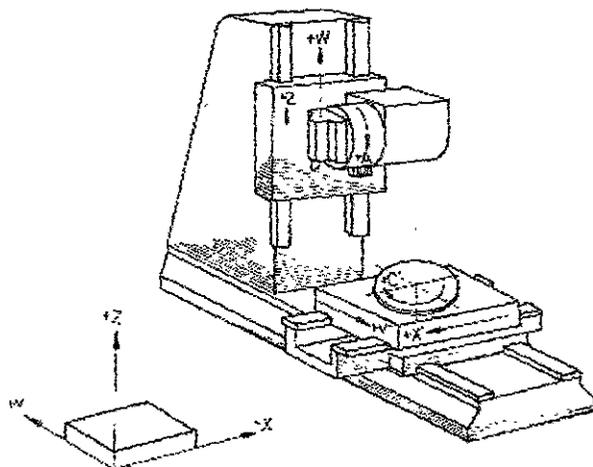


Fig. 3 Fresadora de pórtico móvil.

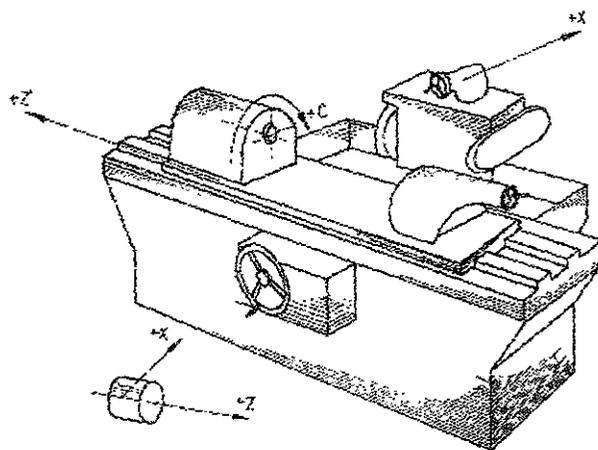


Fig. 4 Rectificadora cilíndrica.

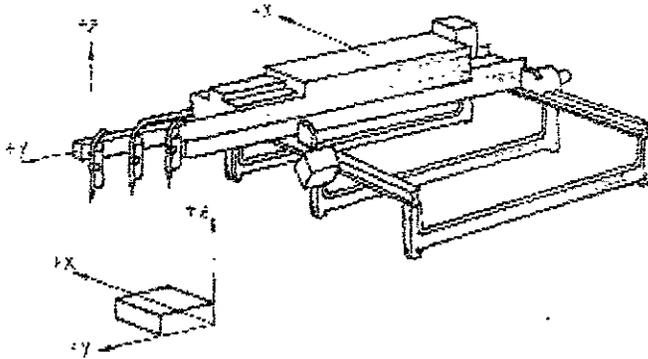


Fig. 5 Máquina de oxicorte.

3. CLASIFICACION DE LAS MAQUINAS-HERRAMIENTA CON CNC

Como consecuencia de las diferencias entre las máquinas a automatizar, de las dificultades técnicas en el diseño de las unidades de control y de condicionamientos económicos, se han originado diversos tipos de control numérico, que pueden ser clasificados en tres tipos:

1. Control numérico "punto a punto"
2. Control numérico "paraxial"
3. Control numérico "continuo".

3.1 CONTROL NUMERICO PUNTO A PUNTO

Este sistema controla el posicionamiento de la herramienta en los sucesivos puntos donde deben efectuarse una o varias operaciones de mecanizado. La trayectoria seguida para pasar de un punto al siguiente no tiene importancia, pues las funciones de posicionamiento y de mecanizado son distintas (Fig. 6).

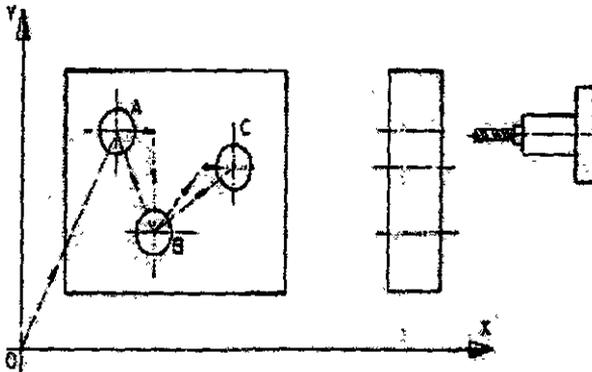


Fig. 6 Control numérico "punto a punto"

En este caso, para desplazarse a los puntos A, B y C, el útil puede seguir varios tipos de trayectoria:

1. Desplazamientos efectuados según direcciones paralelas; es decir, primero 0 - X y 0 - Y, o a la inversa.
2. Desplazamiento dando una orden simultánea a los dos ejes, pero sin existir coordinación alguna en los sistemas de mando de cada uno de los motores. La trayectoria se aproxima a grados.

Como aplicaciones principales tenemos: punteadoras, taladros, punzonadoras y mandrinadoras.

3.2 CONTROL NUMERICO PARAXIAL

Con este sistema es posible controlar, además de la posición del elemento desplazable, la trayectoria seguida por el mismo según la dirección de los ejes coordenados (Fig. 7).

Esta posibilidad se ofrece generalmente como una opción adaptable a un sistema de posicionado "punto a punto".

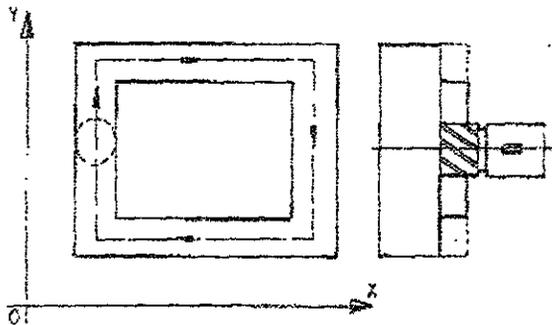


Fig. 7 Control numérico "paraxial".

Una aplicación corriente de este tipo de sistema, dentro de cualquier máquina-herramienta, se halla en la taladradora-fresadora. En cualquier caso, el fresado sólo puede realizarse según trayectorias rectilíneas paralelas a alguno de los ejes coordenados.

3.3 CONTROL NUMERICO CONTINUO

En los sistemas de posicionado continuo, los desplazamientos del elemento desplazable son controlados en todo momento, de manera que las posiciones sucesivas del mismo deben corresponder siempre a la trayectoria preestablecida (Fig. 8).

Se consigue este resultado relacionando entre sí los movimientos elementales realizados según los distintos ejes coordenados, de que estos movimientos elementales sigan cada uno una ley prescrita por una trayectoria común.

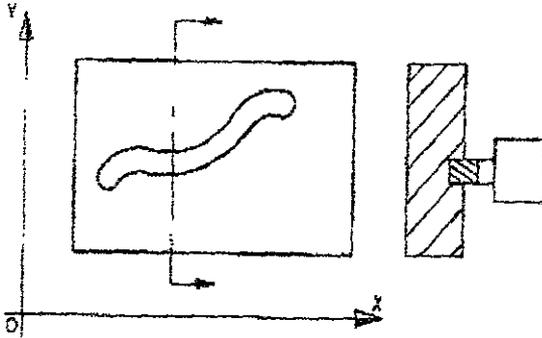


Fig. 8 Control numérico "continuo".

Ejemplos: Fresadoras, tornos, centros de mecanizado, máquinas de electroerosión, máquinas de oxiacorte, mesas de dibujo automáticas, etcétera.

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

La curva elemental descrita por este elemento será entonces un segmento de recta. Cuando se requiera seguir un contorneado cualquiera, se descompondrá en segmentos elementales llamados incrementos. Su número dependerá de la precisión con que se quiera efectuar el trabajo. Si es elevada, el número de incrementos será grande.

Esta descomposición de la curva en segmentos se llama "interpolación". Es necesario sincronizar las velocidades siguiendo las direcciones $0 - X$ y $0 - Y$ a fin de definir correctamente los vectores VA , VB , etc. La curva real es así situada en el interior de una zona delimitada por dos curvas paralelas y donde la anchura está definida por la precisión de mecanizado (Fig. 9).

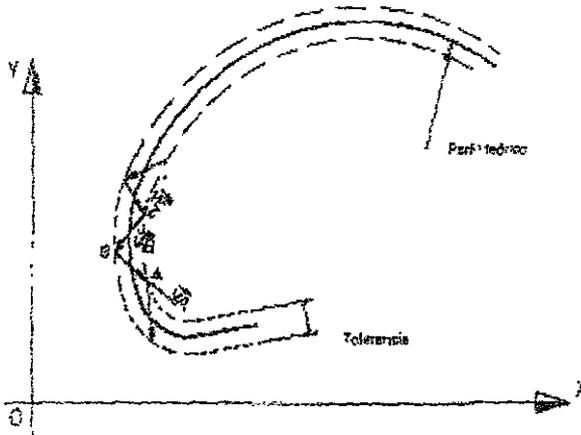


Fig. 9 Interpolación.

En el caso de un desplazamiento continuo en el plano, se sincronizarán dos ejes. Utilizando una "máquina de dos ejes". Para un mecanizado en el espacio se deberá utilizar una máquina de tres ejes.

3.3.1 INTERPOLACION LINEAL

Descompone un segmento recto. Es suficiente con indicar las coordenadas de las extremidades del segmento (Fig 10).

El equipo de control, al recibir la instrucción en forma de G01..., pasa la información a la tarjeta destinada exclusivamente a este tipo de cálculo y manda desplazarse a los motores X e Y de forma sincronizada hasta alcanzar la posición B siguiendo un línea recta.

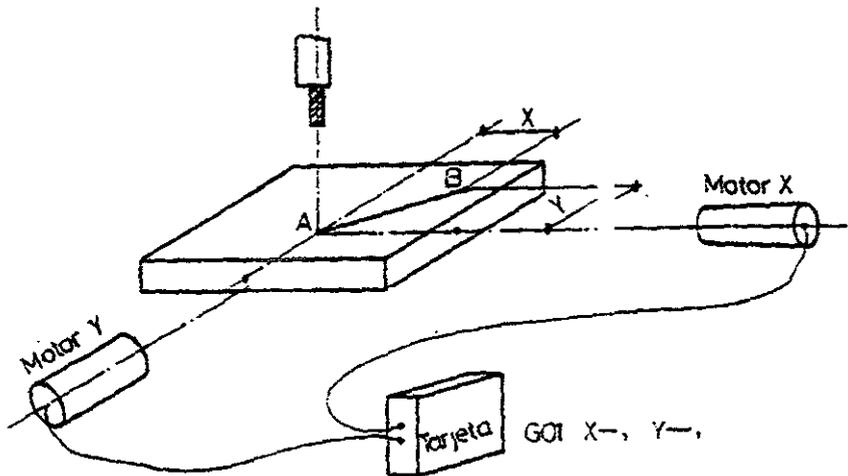


Fig. 10 Interpolación Lineal

3.3.2 INTERPOLACION CIRCULAR

Descompone un arco de circunferencia conociendo los elementos necesarios para definirlo; frecuentemente se define el arco con el punto inicial, punto final y centro.

En este caso, al recibir la información en forma de G02..., la tarjeta manda movimientos sincronizados a los motores X e Y teniendo en cuenta un punto (I, J), que es el centro del arco (Fig. 11).

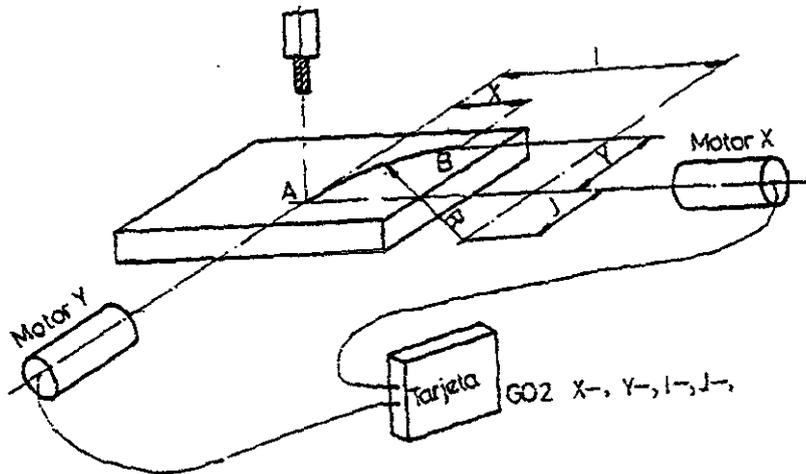


Fig. 11 Interpolación Circular

CAPITULO II

PROGRAMACION MANUAL DE UN TORNO DE CNC

1. INTRODUCCION

El objetivo de este capítulo dedicado a la programación manual del torno, con control numérico, es el llegar, por medio de la exposición de diferentes funciones que estas máquinas tienen, al poder desarrollar un programa para la fabricación de una pieza.

Se parte de un plano, que debe de cubrir las etapas necesarias para mecanizar la pieza (cálculos geométricos, procesos de mecanizado, selección de herramientas, etc.) y, posteriormente, realizar el programa con un código que sea legible tanto para el programador como para la máquina a programar. Por lo tanto, esta etapa se dedica sobre todo al estudio de un código de programación.

Por lo general, para la realización del programa es necesario conocer o establecer:

- El plano de la pieza y número de piezas, así como la lista de herramientas disponibles, para con ello establecer el proceso de mecanizado.
- Las características de la máquina en lo que se refiere a: potencias, velocidades, dimensiones admisibles, precisión, etcétera.
- Las características del control numérico : tipo de control, número de ejes, formato de bloque, lista de funciones codificadas, etcétera.

El código comprende el todo conjunto de datos que el control necesita para la mecanización de la pieza. Estos datos de mecanización deben suministrarse al control numérico en un lenguaje que aquel conozca, es decir, en lenguaje máquina.

De cualquier manera y salvando las pequeñas diferencias existentes entre sí, los conocimientos teóricos que sobre el tema se obtengan de este capítulo son perfectamente aplicables a cualquier torno que trabaje con CNC.

2. DEFINICION DE BLOQUE

Al conjunto de informaciones que corresponde a una misma fase del mecanizado se le denomina "bloque" o secuencia. Este conjunto de informaciones son interpretadas por la máquina.

La distribución de informaciones dentro de un bloque o secuencia de programa está caracterizada por el formato. El formato de programación puede ser fijo o variable.

Un formato fijo es aquel en el cual el número de caracteres y su función, definida por el emplazamiento de un carácter en el interior del bloque, son constantes. El significado de un conjunto de cifras, depende de su situación dentro de un bloque de programa. Un carácter es el símbolo utilizado para representar una información, ya sea numérica (cifras de 0 a 9), ya sea alfanumérica (con letras de la A a la Z). Este formato fijo es tremendamente rígido y, en la actualidad, está en desuso.

En cada bloque perteneciente a un programa de formato variable, puede haber un número variable de instrucciones. Cada instrucción se compone de una letra llamada dirección, y de una parte numérica, constituida por un cierto número de cifras decimales. La dirección identifica el significado de la parte numérica. Las cifras decimales pueden indicar la amplitud de los desplazamientos, las velocidades de avance, indicaciones auxiliares para el control (aplicar refrigerante, cambio de útil, etc.), correcciones de herramienta, etc.

El formato de programación de un equipo de control numérico suministra al programador las reglas del juego, es decir, la forma en que aquél debe realizar la programación en el lenguaje máquina.

Los sistemas de codificación para una máquina de CNC son:

- Código ASCII (Código estándar americano para intercambio de información).
- ISO (Organización de estándares internacional).
- Código EIA (Asociación Industrial de Electrónica).

Una secuencia o bloque de programa debe contener todas las funciones geométricas, funciones máquina y funciones tecnológico del mecanizado. El formato de una instrucción indica la forma en que esta instrucción debe ser correctamente escrita. Cada instrucción consta de una letra, que puede ser mayúscula o minúscula, según utilicemos el código ISO o EIA, signo y cifras. Cada letra, llamada dirección, va seguida de una o dos cifras decimales.

Los bloques , por lo general, comienzan con una letra (N) y un número de secuencia. Ejemplo de bloque:

N040 G00 X25 Z2

2.1 TIPOS DE DIRECCIONES

Como ya se dijo con anterioridad las direcciones son letras. Aunque cada fabricante de equipos de control numérico utiliza sus propias direcciones, a continuación se dan los caracteres más comúnmente utilizados como dirección, indicando su significado en cada caso.

- 1). N es la dirección correspondiente al número de bloque o secuencia. La dirección N, normalmente, va seguida de un número de tres o cuatro cifras (formato N03 o N04). En el caso del formato N03, el número máximo de bloques que puede programarse es de 1000 (N000 hasta N999). El número de bloque es la primera instrucción de cada secuencia de programa.
- 2). X, Y, Z son las direcciones correspondientes a las cotas según los ejes X, Y, Z de la máquina herramienta.
- 3). G es la dirección correspondiente a las funciones preparatorias. Estas funciones preparatorias se utilizan para informar al control de las características de la operación del mecanizado. Dependiendo de las diferentes casa comerciales, las funciones preparatorias se utilizan para programar funciones, tales como: forma de la trayectoria, corrección de la herramienta, parada temporizada, ciclos automáticos ó fijos y programación absoluta o incremental.

- 4). M es la dirección correspondiente a las funciones misceláneas o complementarias. Se usan para indicar a la máquina-herramienta que debe realizar operaciones tales como: parada programada, rotación del husillo hacia la derecha o izquierda, cambio de útil, etc. Normalmente, la dirección M va seguida de un número de dos cifras, lo que permite programar hasta 100 funciones auxiliares diferentes. Algunas funciones M son reconocidas por el control, debiendo las restantes decodificarse externamente.

- 5). F es la dirección correspondiente a la velocidad de avance. Normalmente, va seguida de un número de cuatro cifras que indica la velocidad de avance en mm/min. A veces se utiliza la instrucción F0000 para programar la velocidad máxima de la máquina (posicionamiento).
En algunos equipos la velocidad de avance se puede expresar en mm/vuelta, a través de una función preparatoria.

- 6) S es la dirección correspondiente a la velocidad de rotación del husillo.
Actualmente, la velocidad de giro del husillo se programa directamente, en revoluciones por minuto.

- 7). T es la dirección correspondiente al número de herramienta. Actualmente y fundamentalmente en equipos de control numérico para tornos, bajo la dirección T se programan independientemente el número de herramienta y el número de corrección de la herramienta.

Además de estas direcciones prácticamente normalizadas y, por tanto, comunes a todos los equipos de control numérico, existen otras posibles direcciones no universales y que para cada equipo de control numérico tienen un significado diferente.

Un formato de programación manual utilizando algunas de las direcciones normalizadas antes mencionadas sería:

N030 M03 S1500
N040 G00 X25 Z2

2.2 FUNCIONES PREPARATORIAS

A continuación vamos a introducir las funciones preparatorias más importantes con un significado dado por la norma ISO. A partir de estas funciones preparatorias indicaremos la forma de programar funciones tales como interpolación lineal o interpolación circular, paradas programadas, etc. Asimismo, se introducirán los ciclos fijos de un equipo de torno.

Durante la definición de las distintas funciones preparatorias indicaremos su relación con otras instrucciones del mismo bloque del programa, de tal forma que el conjunto de todas esas instrucciones definen perfectamente la función que el control debe realizar.

La función preparatoria está formada por la letra **G** seguida por una cifra de dos dígitos. Este código determina el modo en que la máquina va a realizar las trayectorias.

Las funciones preparatorias comunes a las máquinas son:

Función G00. El trayecto programado en un bloque con G00 se realiza a la máxima velocidad posible, es decir, a la velocidad de desplazamiento en rápido. La velocidad de desplazamiento rápido se fija en la puesta en operación de la máquina, siendo ajustable en el control.

Es posible el desplazamiento en rápido según ambos ejes. Si la velocidad de desplazamiento rápido es la misma para ambos ejes, la trayectoria será una recta de inclinación de 45 grados. El resto del posicionamiento se efectúa paralelamente al eje hasta alcanzar la posición final.

Función G01. Con G01 los ejes se gobiernan de tal forma que la herramienta se mueve a lo largo de una línea recta. la velocidad de desplazamiento viene dada por la velocidad de avance programada.

Las coordenadas del punto final de la recta se expresan mediante las direcciones X, Y, Z, pudiendo programarse en forma absoluta o en forma relativa (G90 programación de cotas absolutas, G91 programación de cotas relativas).

Función G02, G03. Las funciones G02 y G03 se refieren a la programación de una interpolación circular en sentido horario y sentido antihorario respectivamente, a un avance determinado.

Para la programación de una interpolación circular mediante un bloque de programa, dicho bloque debe contener:

- a) El tipo de interpolación que se va a realizar ya se G02 ó G03.
- b) Las coordenadas de los extremos del arco que pueden ser expresadas en forma absoluta o relativa, y suministradas mediante las direcciones X, Y, Z.

En algunos equipos de control la programación del círculo completo se puede realizar mediante un único bloque, aunque lo habitual es tener que utilizar cuatro bloques, uno para cada cuadrante (fresadora).

Función G04. La función G04 caracteriza a un bloque con una interrupción del programa durante un intervalo de tiempo predeterminado y con una reanudación automática del programa una vez transcurrido dicho tiempo. La duración de la interrupción se programa mediante direcciones diferentes, según los equipos.

En el caso de la máquina en el que se realiza el programa se programa con la letra "X" que esta expresada en segundos.

Función G06. Mediante esta función se indica al control que se quiere realizar un arco de parábola (interpolación parabólica). Un arco de parábola se programa mediante el extremo del arco de parábola y el punto de intersección de las tangentes a la parábola en los puntos inicial y final. Este tipo de interpolación es poco utilizado en control numérico.

Función G07. Mediante esta función se indica al control que incremente la velocidad de avance hasta un valor programado. Es una función preparatoria poco utilizada.

Función G09. Esta función preparatoria indica al control que debe de disminuir la velocidad de avance. Esta función preparatoria se utiliza para la aproximación a una posición con gran precisión. Cuando esta función se utiliza dentro de un proceso de mecanizado, la ejecución del bloque siguiente sólo tendrá lugar después de que la máquina haya alcanzado una posición dentro de la banda de tolerancia de la posición programada. Se utiliza, por tanto, para el mecanizado de contornos precisos.

Función G20. Esta función preparatoria nos permite programar en el "sistema ingles" (pulgadas).

Función G21. Esta función preparatoria nos permite programar en el "sistema métrico decimal" (mm).

Función G70. Esta función preparatoria nos indica que se trata de un ciclo fijo. Ciclo fijo de acabado, se programa después del ciclo G71 ó G72.

Función G71. Esta función preparatoria nos indica que se trata de un ciclo fijo. Ciclo fijo de torneado (desbastado), donde la mayor longitud de corte es en el eje "Z".

Función G72. Esta función preparatoria nos indica que se trata de un ciclo fijo. Ciclo fijo de careado, donde la mayor longitud de corte es en el eje "X".

Función G74. Esta función preparatoria nos indica que se trata de un ciclo fijo. Ciclo fijo de barrenado.

Función G76. Esta función preparatoria nos indica que se trata de un ciclo fijo. Ciclo fijo de roscado.

Función G90-G91. Mediante estas funciones preparatorias se indica al control cómo se ha realizado la programación de la cota a alcanzar. La función G90 indica que se ha realizado cuando se realizado una programación absoluta (respecto al cero pieza). La función G91 indicará que lo que se ha programado es la cota relativa o distancia a recorrer, según los ejes (tomando como origen el punto anterior del trayecto).

Función G98. Esta función preparatoria se indica al control que la velocidad de avance está programada en mm/min (o en pulgadas/min).

Función G99. Esta función preparatoria se indica al control que la velocidad de avance está programada en mm/rev.

2.3 FUNCIONES MISCELANEAS O COMPLEMENTARIAS

Como se indico anteriormente, se utiliza la letra M como dirección de las funciones complementarias. Las funciones complementarias asignadas se usan para indicar a la máquina-herramienta que debe de realizar ciertas operaciones: parada programada, cambio de útil, agregar refrigerante, etc.

Las funciones complementarias no asignadas las puede utilizar el operario de la máquina-herramienta para controlar operaciones a voluntad. La asignación de las funciones no reconocidas por el control la debe hacer el operario mediante la correspondiente decodificación externa.

Para este fin, los controles numéricos suministran al exterior, normalmente en código BCD, el valor de la función complementaria programada. Si el control numérico utiliza un formato M2, se pueden programar hasta 100 funciones auxiliares diferentes. De estas funciones, parte son reconocidas por el control y el resto pueden ser decodificadas por el usuario. El control numérico y la máquina-herramienta debe de ajustarse a normas internacionales (ISO).

Las funciones complementarias normalmente asignadas(reconocidas por el control) son las siguientes:

Función M00. Esta función complementaria provoca una parada incondicional del programa, detiene el husillo y la refrigeración. En la parada en ejecución del programa se realiza después de ejecutar el resto de instrucciones contenidas en el bloque.

Esta instrucción se usa para realizar mediciones o cosas similares. Finalizada la medición, el pulsador "MARCHA" permite seguir con el mecanizado.

Función M01. Esta función complementaria permite una parada opcional. La validación de dicha función la realiza el operador actuando sobre un conmutador.

Función M02. Esta función complementaria indica el fin del programa. Esta función se debe escribir en el último bloque del programa y posibilita la parada del control una vez ejecutadas el resto de instrucciones contenidas en este bloque final.

Función M03. Esta instrucción permite programar la dirección de rotación del husillo en sentido horario.

Función M04. Esta función permite programar la dirección de rotación del husillo en sentido antihorario.

Función M05. Esta función provoca la parada del husillo. Esta parada se puede realizar dependiendo del control de distintas formas. Esta función también provoca el fin de la refrigeración de la herramienta.

Función M06. Esta instrucción programa un cambio, manual o automático, de herramienta. Normalmente existe una lámpara en el panel que al encenderse indica al operario que debe de cambiar la herramienta.

Función M07-M08. Estas funciones se utilizan para provocar distintas formas de refrigeración de la herramienta.

Función M09. Esta función detiene cualquier tipo de refrigeración del útil que pudiera existir en ese instante.

Función M17. En algunos equipos esta función se escribe en el último bloque de una subrutina y se utiliza para indicar el final de dicha subrutina.

Función M30. Esta instrucción se utiliza para programar un fin de programa con salto al principio. En los equipos con cinta perforada, esta instrucción provoca el rebobinado de la cinta hasta el carácter del principio del programa.

En equipos actuales sin cinta perforada, esta instrucción provoca un salto del programa hasta la primera secuencia contenida en la memoria de programa.

Función M36. Esta función complementaria se utiliza para indicar al control que la velocidad de avance es la programada.

En general, esta función se utiliza para especificar una gama de velocidades de avance, obtenidas por una caja de velocidades adicionales.

Función M37. En general, se utiliza para especificar, como en el caso anterior, una gama de velocidades de avance.

Normalmente son asignadas más funciones complementarias, eso depende del fabricante.

3. CICLOS FIJOS DE TONEADO

La función de los ciclos fijos es el evitar al programador la definición de las operaciones de mecanizado que son típicas del torno (cilindrado, refrentado, roscado, etc.) para que las realice de forma automática el equipo de control.

Cuando el programador emplee estos ciclos fijos utilizará unas instrucciones más sencillas, debiendo de guardar unas reglas de programación específicas de cada operación en concreto.

Los ciclos fijos que presentan las máquinas son:

G70. Ciclo para mecanizado final del contorno (acabado).

G71. Ciclo de desbastado total en forma de cilindrado.

G72. Ciclo fijo de desbastado total en forma de refrentado.

G74. Ciclo de barrenado.

G76. Ciclo para tallado de roscas.

3.1 CICLO DE ACABADO (G70)

Este ciclo normalmente se pone después de los ciclos de desbastado que son los ciclos G71 y G72.

Este ciclo permite al programador seleccionar una parte del programa de mecanizado para realizar en el momento oportuno con la herramienta que para ello se especifique.

Generalmente, el ciclo G70 se emplea para la operación propia de acabado, siendo corriente utilizarlo tras la selección de una nueva herramienta y siempre a continuación de la operación de desbaste.

El ciclo de acabado se programa en solo bloque como se indica a continuación:

N... G70 P... Q...

donde:

P y Q son las mismas que en los ciclos de desbaste.

3.2 CICLO DE CILINDRADO (G71)

En este ciclo la mayor parte del desbastado es en el eje "Z". En su programación será necesario indicar las distintas pasadas de desbastado, profundidad de corte, velocidad de avance y la velocidad de giro del husillo.

En este ciclo se programa en dos bloques como se indica a continuación:

```
N... G71 U... R...  
N... G71 P... Q... U... W... F...
```

donde:

En el primer bloque U- Profundidad de corte en el eje "X";
R- Desahogo de la herramienta.

En el segundo bloque P- Siguiendo número progresivo después de G71;
Q- Ultimo bloque donde termina el ciclo;
U- Tolerancia de acabado en el eje "X";
W- Tolerancia de acabado en el eje "Z";
F- Velocidad de avance.

3.3 CICLO DE CAREADO O REFRENTADO (G72)

En este ciclo igual que en el de cilindrado se tienen que definir el número de pasadas de desbastado que se desean, la profundidad de corte, la velocidad de avance y la velocidad de giro del husillo.

Igual que en ciclo anterior su programación se defina en dos bloques como se indica a continuación:

```
N... G72 W... R...  
N... G72 P... Q... U... W... F...
```

donde:

En el primer bloque W- Profundidad de corte en el eje Z;
R- Desahogo de la herramienta.

En el segundo bloque P- Siguiete número progresivo después de G72;
Q- Ultimo bloque donde termina el ciclo;
U- Tolerancia de acabado en el eje "X";
W- Tolerancia de acabado en el eje "Z";
F- Velocidad de avance.

3.4 CICLO DE BARRENADO (G74)

En este se puede realizar el barrenado de una pieza por medio de pequeños incrementos y retrocesos de la herramienta para tener un desahogo de la misma.

Este tipo de ciclos esta definido por dos bloque como se indica a continuación:

G 74 R...
G 74 X... Z... P... Q... R... F...

donde:

en el primer bloque R- Valor de retracción.

en el segundo bloque X- Profundidad final en el barreno;
Z- Profundidad final del barreno;
P- Paro en tiempo entre 1000;
Q- Incremento en el punteo entre 1000;
F- Avance.

3.5 CICLO DE ROSCADO MULTIPLE (G76)

Este ciclo permite realizar la mecanización de roscas cilíndricas o cónicas partiendo de una programación muy sencilla.

Con este ciclo, previa indicación de los datos necesarios el CNC calcula la profundidad de las distintas pasadas hasta la finalización de la rosca.

Este ciclo esta definido en dos bloques como se indica a continuación:

```
N... G76 P021560 Q... R...  
N... G76 X... Z... R0.0 P... Q... F...
```

donde:

en el primer bloque P- Los primeros dos dígitos son el número de pasadas de acabado,
los siguientes dos dígitos son el ángulo de salida de la
herramienta, los últimos dos dígitos el ángulo entre flancos;

Q- Profundidad de corte por 1000;

R- Tolerancia de acabado.

En el segundo bloque X- Diámetro de núcleo o fondo;

Z- Longitud de la rosca;

R- 0.0 (para una rosca recta);

P- Altura o profundidad de la rosca por 1000;

Q- Profundidad de corte en la primer pasada por 1000;

F- Paso de la rosca.

CAPITULO III

1. PANEL DE ENTRADA DE DATOS

RESET- Reinicia cualquier mensaje de alarma. Reinicia el programa para arrancar en modo de edición.

TECLADO ALFANUMERICO- Introduce caracteres, esperados por el controlador cuando se introduce el programa. Las teclas de caracteres múltiples cambian a los caracteres mostrados.

CURSOR- Mueve el cursor a través del programa, elemento por elemento, en la dirección definida.

PAGE- Mueve el cursor a través del programa, página por página, en la dirección definida.

1.1 TECLAS DE SELECCION TENIENDO VARIAS PAGINAS

UTILS- Intercambio de útil.

PRG- Selecciona el modo, simulación únicamente, edición únicamente, o edición y simulación.

MENU OFFSET- Intercambia entre la entrada de datos manual y el ajuste de herramienta.

POS. GRAPH- Selecciona simular, editar o entrada de datos manual.

INPUT OUTPUT- Automáticamente carga el menú remoto de unión con el aparato. Este menú le permite al usuario enviar o recibir desde puertos externos.

1.2 TECLAS DE EDICION

ALTER- Altera los bloques.

INSERT- Inserta caracteres en un bloque, también es usada para iniciar nuevos programas.

DELETE- Borra caracteres de un bloque.

/;# E.O.B.- Los caracteres mostrados se intercambian para ser operados en EOB cuando se edita.

CANCEL- Cancela un bloque, antes de que una inserción sea ejecutada.

1.3 SELECCION DE OPERACION

AUTO- Selecciona un programa para ejecutar.

EDIT- Selecciona un programa para ejecutar.

SINGLE BLOCK- Permite la ejecución de un programa paso a paso.

BLOCK SKIP- Selecciona en modo edición para ignorar un bloque cuando se esta ejecutando un programa (activa una \ en el frente del bloque).

HOME- Es el cero de la máquina alrededor de sus propios puntos de referencia.

JOG- Mueve los ejes alrededor de las entradas definidas. En el modo manual, mueve los ejes en incrementos de 0.01, 0.1, 1 y continuo.

1.4 EJECUCION

CYCLE START- arranca el programa.

CYCLE STOP- Detiene el programa.

1.5 EJES/DIRECCION

Presione JOG para operar.

-X- Movimientos en la dirección -X.

+X- Movimientos en la dirección +X.

-Z- Movimientos en la dirección -Z.

+Z- Movimientos en la dirección +Z.

TRVS- Movimiento rápido (interruptor de cambio de velocidad).

1.6 GIRO DE HUSILLO

CW- Movimiento de giro en dirección de las manecillas del reloj.

STOP- Detiene el giro.

CCW- Movimiento de giro en dirección contraria a las manecillas del reloj.

1.7 REFRIGERANTE

CLNT ON- Enciende el refrigerante.

CLNT OFF- Apaga el refrigerante.

1.8 TECLAS CALIENTES (HOT KEYS)

F1 Da ayuda de códigos “G” o códigos “M” además de la información de la parte superior de la pantalla .

F2 Salva un programa que ya tiene nombre pero que se ha modificado. Esta opción no funciona para poner nombre a un programa.

F3 Tiene dos opciones: tecleando F3 da la lista de los programas. Segundo F3 + el nombre del programa carga el programa seleccionado

F5 Da información acerca del software que se esta utilizando.

F7 Sistema de marcación del programa únicamente tecleado QWERTY.

F8 Quita el sistema de marcación del programa tecleándola dos veces solo teclado QWERTY.

F9 Tecla de simulación:

Check syntax: checa la sintaxis del programa.

Run program: Corre el programa seleccionado.

Dry run: recorrido en seco, hace un chequeo interno del programa sin desplazamiento de los ejes.

Set datum: fijación del cero pieza únicamente simulación.

3D View: Cambia la imagen inmediatamente de dos a tres dimensiones permitiendo hacer la simulación o más pequeña.

F10 Menú principal:

EDIT ONLY: solamente editar.

EDIT AND SIMULATE: editar simular.

SIMULATE ONLY: simular solamente.

LINK TO CONTROLLER: unir con el controlador, carga desde el controlador, o carda hacia el controlador.

CNC FILES: Archivos de CNC.

LOAD: carga un programa que se conoce su nombre.

NEW: hace un programa nuevo.

SAVE: salva un programa que ha sido modificado.

SAVE AS: salvar como, salva un programa dándole nombre.

CHANGE DIR: cambiar directorio de "C" a "A" o viceversa.

PRINT: impresión del programa.

LINE FORMAT WITH ERRORS: formato de línea con errores.

LINE FORMAT NO ERRORS: formato de línea sin errores.

REMOTE LINK: unión remota.

LOAD FROM DEVICE: carga desde el dispositivo.

SEND TO DEVICE: enviar desde el dispositivo.

SETTINGS: ajuste de parámetros.

EDITOR: permite cambiar o ajustar estos parámetros.

SIMULATION: cambia los parámetros de 2 a 3 dimensiones, el recorrido de la herramienta, etc.

PRINT DEVICE: dispositivo de impresión, permite cambiar los parámetros del dispositivo de impresión.

PRINT PAGE LAYOUT: permite cambiar los parámetros de la hoja de impresión.

CONTROLLER LINK: unión con el controlador.

REMOTE LINK: unión remota.

MISCELLANEOUS: permite cambiar para trabajar de sistema ingles a sistema métrico decimal o viceversa.

LOAD SETTINGS: cargar parámetros.

SAVE SETTINGS: Salvar parámetros.

UTILITIES: utilidades.

DOS ACCESS: accesa al sistema de dos.

QUIT: salir del programa.

2. COLOCACION DE LOS OFFSET EN EL TORNO DENFORD

- 1.- Presione la tecla home "HOME".
- 2.- Presione la tecla "X" y espere a que el carro transversal se detenga.
- 3.- Presione la tecla "Z" y espere a que el carro longitudinal se detenga.
- 4.- Presione la tecla "MENU OFFSET" y asegúrese de que no existan otros offset cargados o bórrelos en caso de que existan presionando:
"-X 0 EOB" y "Z 0 EOB" y moviendo el cursor en el número de offset que desee borrar.
- 5.- Presione la tecla "CANCEL o RESET" para quitar la pantalla de "MENU OFFSET".
- 6.- Presione la tecla "JOG" y llame la primera herramienta que desee colocar los offset, por ejemplo: T01. etc.
- 7.- Presione la tecla "JOG" hasta que aparezca la palabra "CONTINUOS" en la pantalla del monitor.
mueva los carros por medio de las teclas "-Z y TRVRS" para acercar el carro longitudinal cerca del extremo de la pieza con cuidado de no golpearla presionando únicamente la letra "-Z", cuando este cerca de la pieza o en incrementos moviendo las teclas del cursor para aumentar o disminuir los incrementos. Haga lo mismo con el eje "X" hasta colocar la herramienta en posición de careado del extremo de la pieza.
- 8.- Una vez que careo la pieza mueva el carro transversal rápidamente fuera de la pieza presionando las teclas "+X TRVRS" únicamente en el eje "X" debe mover la herramienta en este caso.
- 9.- Presione nuevamente la tecla "MENU OFFSET" colocando el cursor en la herramienta número uno y presionando las teclas "MOZ EOB y CANCEL" al hacer esto debe aparecer en la pantalla del monitor la instrucción "ZO".
- 10.- Coloque los carros de tal manera que pueda tornejar ligeramente el diámetro de la pieza una longitud aproximadamente de mm a partir de la cara.

11.- Mida el diámetro torneado con un instrumento de medición y presione nuevamente la tecla menú offset colocando el cursor en la herramienta..

Numero uno y presione las teclas MX + el diámetro medido EOB cancel.

Al hacer esto debe aparecer en la pantalla del monitor en el eje x el valor del diámetro medido quedado con esto establecidos los offset de la herramienta numero uno.

12.- En caso de tener mas de una herramienta realice el mismo procedimiento.

Pero no caree, simplemente coloque las demás herramientas de tal manera que la punta de estas queden en ZO y en el mismo lugar del diámetro medido y teclee MZO, EOB Y MX + el valor del mismo diámetro de la herramienta uno.

3. PROCESO DE MAQUINADO DE UNA VALVULA REPARTIDORA DE GATO ESTABILIZADOR POR MEDIO DE UN PROGRAMA CNC

3.1 CALCULOS

En el desarrollo del programa para el maquinado de una pieza se debe tener el dibujo, tipo de material y realizar algunos cálculos previos. En el caso del programa a desarrollar, se tiene que es una barra de acero inoxidable 316, y el diámetro de dicha barra es de 22.225 mm (7/8") medida comercial.

Para dar inicio al programa se calcula previamente la velocidad de giro del husillo mediante la siguiente fórmula:

$$V_c = (\pi D N) / 1000$$

despejando N obtenemos :

$$N = (V_c 1000) / (\pi D)$$

donde:

N=Velocidad de giro (r.p.m.)

V_c=Velocidad de corte (m/min)

D=Diametro de la pieza (mm)

La velocidad de corte (V_c) para un acero inoxidable, se obtiene de la tabla 2 (Apéndice A):

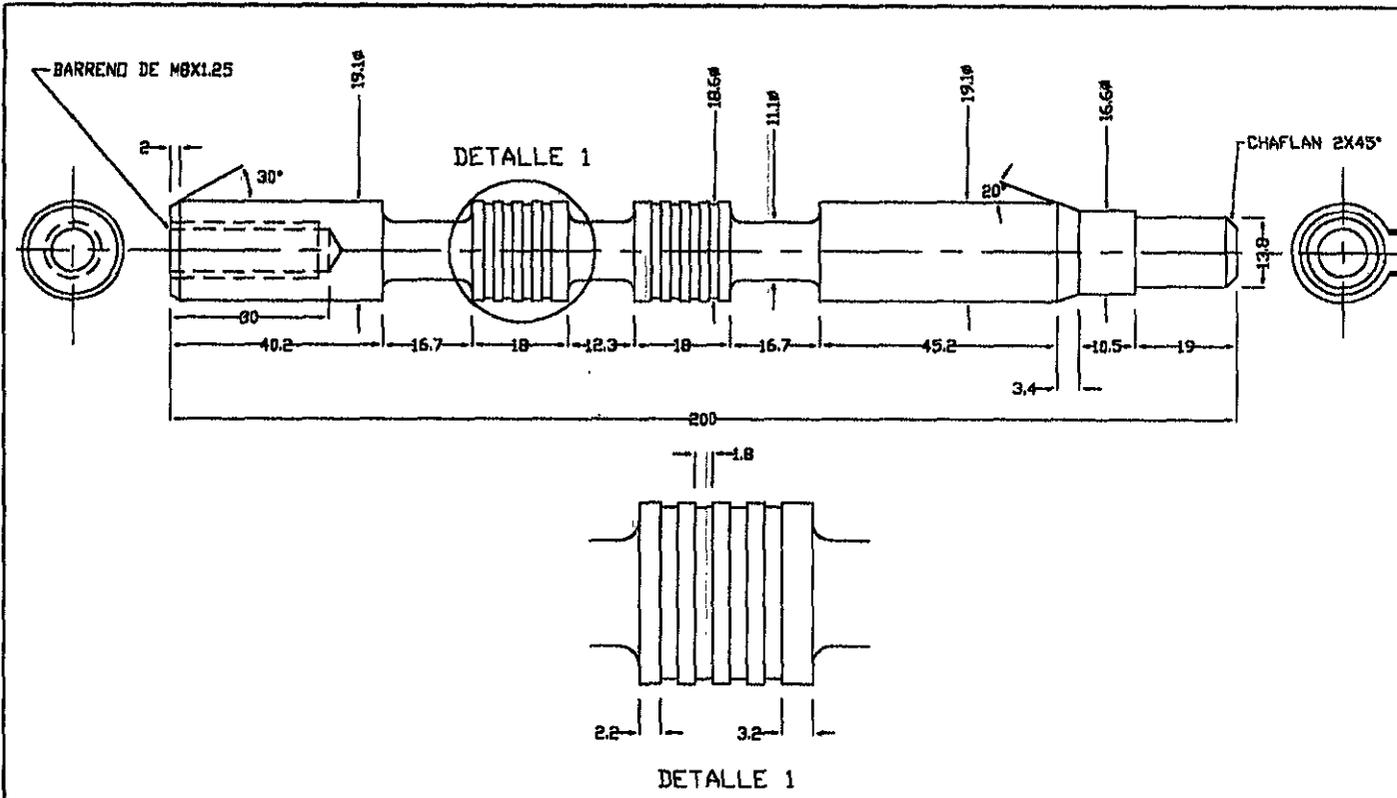
$V_c=45$ m/min. Aproximadamente 50 m/min
sustituyendo en la fórmula obtenemos:

$$N = (50 \times 1000) / (\pi \times 22.225)$$

$$N = 716 \text{ r.p.m.} \text{ Aproximadamente } 750 \text{ r.p.m.}$$

También se debe de obtener el avance para esta velocidad de corte. El avance debe de ser para una herramienta de carburo, obteniéndose de la tabla 1 (Apéndice A):

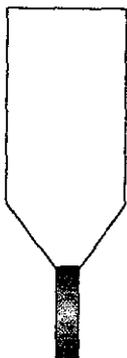
Avance 0.8 mm/rev



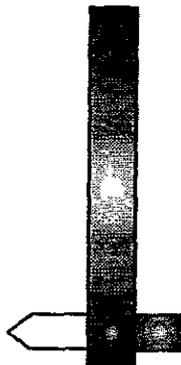
FES Cuautitlan UNAM		PISTON DE VALVULA REPARTIDORA DE GATO ESTABILIZADOR		Acot.: mm
Escala 1:1	Fecha: enero de 1999	Material: Acero Inoxidable 316	Elaboro: Juan R. Bravo V.	Hoja: 1

3.2 SELECCION DE HERRAMIENTAS PARA EL MAQUINADO

Para realizar el maquinado de una pieza se necesita elegir las herramientas adecuadas, ya que de no ser así no se podría realizar un maquinado satisfactorio. Las herramientas que se han elegido en el caso de la pieza a maquinarse son (Fig. 12):



Herramienta 1
Para desbaste



Herramienta 2
Para roscado



Herramienta 3
Broca de 6.8 mm



Herramienta 4
Ranurado y tronzado
espesor de 1.8 mm

3.3 PROGRAMA PARA PROCESO DE MAQUINADO DE UNA VALVULA REPARTIDORA DE GATO ESTABILIZADOR

[BILLET X 22.225 Z 200

[TOOLDEF T01

[TOOLDEF T02

[TOOLDEF T04

[TOOLDEF T05

N010 G21

N020 M06 T02 (Herramienta de barrenado)

N030 M03 S750

N040 G00 X0 Z2

N050 G74 R1.0

N060 G74 X0 Z-30 P1000 Q5000 R0.0 F50

N070 G28 U0 W0

N080 M06 T04 (Herramienta de roscado)

N090 M03 S200

N100 G00 X6.4664 Z2

N110 G76 P031560 Q150 R0.0

N120 G76 X8 Z-27 R0.0 P766 Q200 F1.25

N130 G28 U0 W0

N140 M05 (Cambio de punto de referencia y se utiliza contrapunto)

N150 M06 T01 (Herramienta de desbaste)

N160 M03 S750

N170 G00 X22.225 Z2

N180 G71 U0.5 R0.5

N190 G71 P200 Q440 U0.5 W0.1 F50

N200 G00 X15.65

N210 G01 Z0

N220 X19.1 Z-2

N230 Z-40.2

N240 X15.1

N250 G02 X11.1 Z-42.2 R2 F25

N260 G01 Z-54.9 F50

N270 G02 X15.1 Z-56.9 R2 F25

N280 G01 X19.1 F50
N290 Z-74.9
N300 X15.1
N310 G02 X11.1 Z-76.9 R2 F25
N320 G01 Z-85.2 F50
N330 G02 X15.1 Z-87.2 R2 F25
N340 G01 X19.1 F50
N350 Z-105.2
N360 X15.1
N370 G02 X11.1 Z-107.2 R2 F25
N380 G01 Z-119.9 F50
N390 G02 X15.1 Z-121.9 R2 F25
N400 G01 Z-167.1 F50
N410 X16.6 Z-170.5
N420 Z-181
N430 X13.8
N440 Z200
N450 G28 U0 W0
N460 M03 S800
N470 G00 X22.225 Z2
N480 G70 P200 Q440 F
N490 G28 U0 W0
N500 M06 T03 (Herramienta para tronzado)
N510 M03 S750
N520 G00 X22 Z-59.1
N530 G01 X18.6
N540 G00 X21
N550 Z-62.7
N560 G01 X18.6
N570 G00 X21
N580 Z-66.3
N590 G01 X18.6
N600 G00 X21
N610 Z-69.9
N620 G01 X18.6
N630 G00 X21

N640 Z-90.4
N650 G01 X18.6
N660 G00 X21
N670 Z-94
N680 G01 X18.6
N690 G00 X21
N700 Z-97.6
N710 G01 X18.6
N720 G00 X21
N730 Z-101.2
N740 G01 X18.6
N750 G00 X21
N760 Z-200
N770 G01 X0 F25
N780 M30

HOJA DE TRAYECTORIAS

BLOQUE	X	Z	CODIGO	F	S	CROQUIS No. 1 DE BARRENADO
	22.22	200	BILLET			
			TOLLDEF T01			
			TOLLDEF T02			
			TOLLDEF T03			
			TOLLDEF T04			
N010			G 21			
N020			M 06 T 02			
N030			M 03		750	
N040	0	2	G 00			
N050			G 74			
N060	0	-30	G 74	50		
N070			G 28			
N080			M 06 T 04			
N090			M 03		200	

HOJA DE TRAYECTORIAS

BLOQUE	X	Z	CODIGO	F	S	CROQUIS No. 2 DE ROSCADO
N100	6.4664	2	G 00			
N110			G 76			
N120	8	-27	G 76	1.25		
N130			G 28			
N140			M 05			
N150			M 06 T 01			
N160			M 03		750	
N170	22.225	2	G 00			
N180			G 71			
N190			G 71	50		
N200	15.65		G 00			
N210		0	G 01			
N220	19.1	-2	G 01			
N230	-40.2		G 01			

HOJA DE TRAYECTORIAS

BLOQUE	X	Z	CODIGO	F	S	CROQUIS No. 3 DESBASTE Y ACABADO
N240	15.1		G 01			
N250	11.1	-42.2	G 02 R2	25		
N260		-54.9	G 01	50		
N270	15.1	-56.9	G 02 R2	25		
N280	19.1		G 01	50		
N290		-74.9	G 01			
N300	15.1		G 01			
N310	11.1	-76.9	G 02 R2	25		
N320		-85.2	G 01	50		
N330	15.1	-87.2	G 02 R2	25		
N340	19.1		G 01	50		
N350		-105.2	G 01			
N360	15.1		G 01			
N370	11.1	-107.2	G 02 R2	25		

HOJA DE TRAYECTORIAS

BLOQUE	X	Z	CODIGO	F	S	CROQUIS
N380		-119.9	G 01	50		
N390	15.1	-121.9	G 02 R2	25		
N400		-167.1	G 01	50		
N410	16.6	-107.5	G 01			
N420		-181	G 01			
N430	13.8		G 01			
N440		-200	G 01			
N450			G 28			
N460			M 03		900	
N470	22.225	2	G 00	40		
N480			G 70	50		
N490			G 28			
N500			M 06 T05			
N510			M 03		750	

HOJA DE TRAYECTORIAS

BLOQUE	X	Z	CODIGO	F	S	CROQUIS No. 4 DE RANURADO
N520	22	-59.1	G 00			
N530	18.6		G 01			
N540	21		G 00			
N550		-62.7	G 00			
N560	18.6		G 01			
N570	21		G 00			
N580		-66.3	G 00			
N590	18.6		G 01			
N600	21		G 00			
N610		-69.9	G 00			
N620	18.6		G 01			
N630	21		G 00			
N640		-90.4	G 00			
N650	18.6		G 01			

HOJA DE TRAYECTORIAS

BLOQUE	X	Z	CODIGO	F	S	CROQUIS No. 5 DE TRONZADO
N650	18.6		G 01			
N660	21		G 00			
N670		-94	G 00			
N680	18.6		G 01			
N690	21		G 00			
N700		-97.6	G 00			
N710	18.6		G 01			
N720	21		G 00			
N730		-101.2	G 00			
N740	18.6		G 01			
N750	21		G 00			
N760		-200	G 00			
N770	0		G 01		40	
N780			M 30			

CONCLUSIONES

En la elaboración del programa en un torno CNC, para el maquinado de una pieza, se necesita tener el conocimiento de la programación de dicha máquina (tipos de direcciones, tipos de ciclos fijos de torneado etc.), así como el tener el dibujo de la pieza a maquinar. Existen algunos factores que se necesitan tener antes el desarrollo del programa como son: el tipo de material de la pieza para la realización de algunos cálculos (velocidad de corte, velocidad de avance y velocidad de giro del husillo), la selección adecuada de las herramientas a utilizar en el maquinado de la pieza. Estos factores no influyen directamente en el desarrollo del programa, pero son importantes para un buen maquinado. Una vez elaborado el programa es necesario realizar simulaciones y pruebas para estar seguros de el funcionamiento de este. Como una máquina de CNC es fácilmente reprogramable son muy ampliamente utilizadas. El tiempo de maquinado en una máquina de CNC se reduce y por lo tanto su costo, debido a esta reducción las máquinas de CNC son muy utilizadas en procesos de alta productividad.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

APENDICE A

TABLA 1

MATERIAL	Util	Avance en mm/rev					
		0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2
		Velocidad de corte en mm/min					
Acero moldeado	SS		34	25	19	14	11
	S	118	100	85	71	24	20
Aceros aleados	SS		24	17	12	8.5	6
	S	150	118	95	75	24	20
Aceros inoxidables	SS		16	11	8	5.6	
	S	95	75	60	50	16	13
Otros aceros aleados	SS		9.5	6			
	S	60	48	38	32	10	8
Ac.de herramientas	SS						
	S	50	40	32	27	8.5	6.7
Ac. duro al Mn.	SS						
	S	40	32	25	20	6.7	5.3
Fundición maleable	SS		43	28	20	13	9
	S	106	90	75	63	53	
Aleaciones de Cu Latón	SS		125	85	56	36	
	S	600	530	450	400	355	
Aleaciones de Al	SS	100	67	45	30		
	S	224	190	160	140	118	

TABLA 2

Metal	VELOCIDAD m/min
Aluminio y aleaciones	305-915
Latón	215
Bronce al Silicio	65
Fundición de hierro (semidura)	75-105
Fundición de hierro maleable	60
Acero dulce	80
Acero de medio carbono, normalizado	60
Acero de alto carbono, normalizado	45
Acero muy duro	25
Acero inoxidable	45

BIBLIOGRAFIA

El control numérico y la programación manual de las máquinas herramienta con control numérico.

Juan González Nuñez
Ikerlan

Control numérico.

José Ramón Alique López
Marcombo

Fabricación con máquinas herramientas.

Werner Charchut
Urmo, S.A. de Ediciones

Como programar un control numérico.

Rafael Ferré Masip
Marcombo

Máquinas - Herramientas con control numérico.

Jean Vargas
Urmo, S.A. de Ediciones

Computer control of manufacturing systems.

Yoram Koren
McGraw - Hill

Numerical control in manufacturing.

American Society of Tool and Manufacturing Engineers
McGraw - Hill

Control numérico.

Glenn G. Ertell
Limusa -Wiley