

LABORATORIO DE CNC



CURSO BÁSICO DE CNC

SISTEMA

DIN/ISO

INTRODUCCIÓN AL CNC

En este manual se provee los principios básicos e intermedios en el aprendizaje del lenguaje de programación para equipos con Control Numérico Computarizado (CNC), cuenta además, con las bases necesarias para iniciar al futuro programador a realizar rutinas de mecanizado en equipos controlados mediante ordenador.

Cabe señalar que toda persona que planea operar y programar una máquina controlada por CNC, debe de tener conocimientos básicos en operaciones de mecanizado en equipo convencional, conocimientos elementales de matemáticas, dibujo técnico y manejo de instrumentos de medición.

CNC es el nombre con que se conoce a una categoría de máquinas herramienta, controladas mediante computadora, operando según instrucciones programadas en un lenguaje exclusivo para ello, y es este lenguaje, un método de mando para dirigirlas de forma eficiente y exacta en todo momento; estas máquinas son usadas en tareas industriales, tales como fresado, torneado, troquelado, rectificado, etc.

Actualmente existen varios tipos de máquinas que están provistos con mando numérico, y aunque en cuanto a esta tecnología, existen máquinas de Control Numérico (CN) y de Control Numérico Computarizado (CNC), el CN es antecesor al CNC, y se a utilizado indistintamente los terminos CN o CNC para referirse a estos, existiendo diferencias entre unos y otros, específicamente en el Hardware, esta indiferencia en la utilización de nombre, obedece principalmente a que se hace referencia al lenguaje de programación (software), que en ambos, es el mismo. Su principal diferencia consiste en que los equipos de CN son dirigidos mediante cintas magnéticas o cintas perforadas, requiriendo para esto, preparar estas en equipos externos, para luego ser montadas en una unidad lectora de cintas, conectada a la máquina, ubicada por lo regular fuera de esta, siendo en consecuencia un proceso de preparación largo. Mientras que un equipo de CNC se caracteriza por contar con una computadora integrada a la máquina, en donde se pueden conservar una gran cantidad de programas de trabajo en forma digital por disponer de memoria de almacenamiento, además de facilitar su edición, modificación o corrección en pocos minutos, ya sea a pie de máquina o mediante cable conectada a otra computadora externa, además con la gran ventaja de diagnosticar las ordenes antes de ejecutarlas, y en cazo de un error nos previene antes de llevarlas a cabo.

A través de este manual se hará uso de los términos CN o CNC, aplicándolos de manera imparcial, debido a que, esta este texto, enfocado al aprendizaje de su programación, que como ya se comentó, es similar en ambos equipos.

El lenguaje de programación que se trata en el presente manual corresponde al sistema ISO de programación, aplicado al control FANUC;

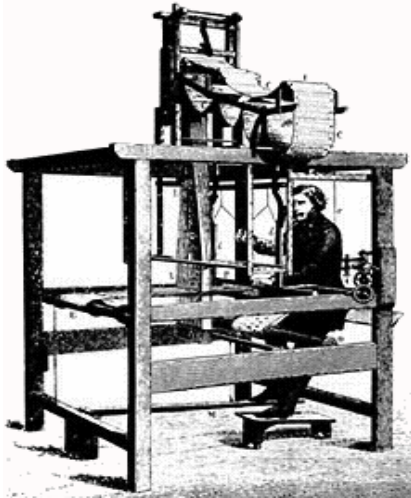
LABORATORIO DE CNC

por ser este el que ha marcado en gran medida, la unificación de criterios en cuanto a lenguaje de programación con respecto otros controles para equipos de CNC. Esto significa que en general, los métodos de programación de otras marcas, tienen algunas diferencias, pero no son difíciles de interpretar una vez conociendo con cierta profundidad el lenguaje de programación utilizado por el control FANUC.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde los orígenes del CN todos los esfuerzos se han encaminado a incrementar la productividad, precisión, rapidez y flexibilidad de las máquinas herramienta. Su uso, ha permitido la fabricación de piezas muy complejas, especialmente para la industria aeronáutica, que difícilmente se hubieran podido fabricar en máquinas convencionales.

El pleno desarrollo del control numérico se da alrededor de 1994. Sin embargo, los inicios de aplicación de un proceso de control, aplicado a máquinas, data de 1824, y fue el que invento el tejedor Británico Jaquard. Este artefacto, lo situó en la parte superior de un telar, era principalmente un sistema de accionamiento mecánico, utilizó una cinta perforada, movida por un mecanismo de cuerda, similar a los utilizados en relojería, con esto activaba una serie de dedos mecánicos que al coincidir en algún hueco impreso en la cinta, accionaba mecanismos que realizaban una determinada operación. Al completar una vuelta de la cinta, se repetía el proceso, logrando con esto un proceso cerrado de ejecución. Aunque no se registran datos sobre los resultados que obtuvo, su mecanismo es considerado el más significativo, y el primero en reconocerse como antecedente.



Grabado en donde se observa en la parte superior del telar el mecanismo de control inventado por Jaquard en 1824.

Fue hasta en el año de 1947 cuando se concibe y se aplica el principio control numérico moderno, a consecuencia de una necesidad urgente; el Sr. Jhon C. Parsons, de Parsons Corporation de Traverse City, Michigan, fabricante de paletas de rotor para helicóptero, no podía fabricar sus plantillas lo suficientemente rápido, por lo que, en 1947, invento la forma de conectar una computadora con una perforadora de plantillas. El señor Parsons utilizó tarjetas perforadas para programar una computador digitron IBM.

En 1949 fue el año de otra “necesidad urgente”. La U.S. Air Material Command se dio cuenta de que la construcción de las piezas de sus aviones y misiles se estaba volviendo más complicada. Además, como constantemente se mejoraban

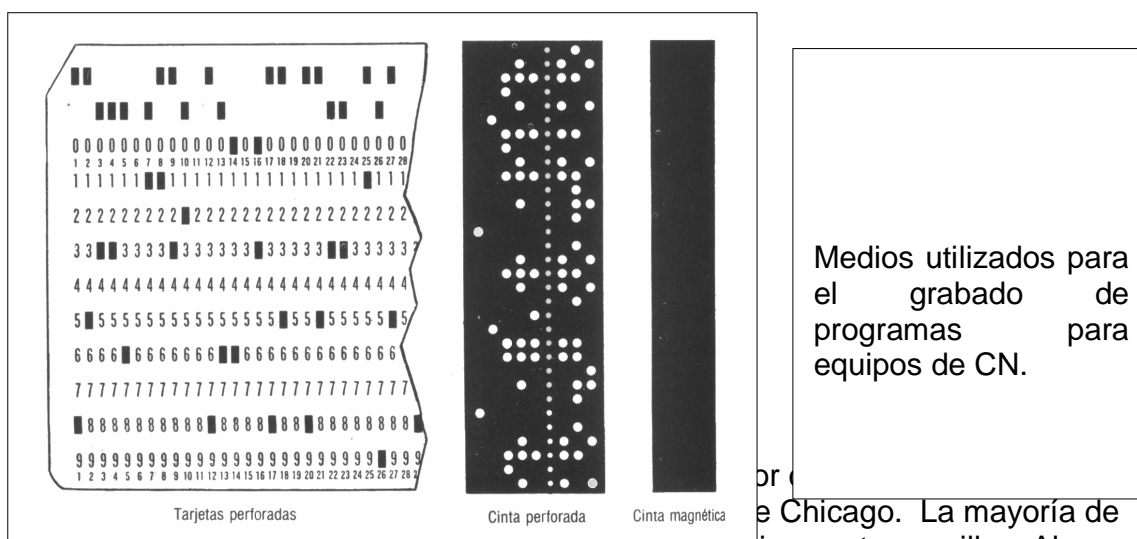
LABORATORIO DE CNC

los diseños, con frecuencia se hacían cambios en los esquemas. Así, en su búsqueda de métodos para acelerar la producción, se le otorgo un contrato de la Fuerza Aérea a la Parsons Corporation que tubo como subcontratista al laboratorio de servomecanismos del Instituto Tecnológico de Massachussets (ITM).

En 1951 el ITM se hace cargo de todo el proyecto y en 1952 se muestra con éxito el prototipo de la actual máquina de CN, una fresadora Cincinnati Hidrotel modificada, y se crea el término de control numérico en dicho instituto.

En 1955 siete compañías norteamericanas presentan máquinas controladas con cintas en la exposición de Máquinas Herramienta de Chicago. La mayoría de estas eran diferentes tipos de fresadoras para perfiles, varias de estas primeras máquinas costaron varios cientos de miles de dólares y algunas requerían de matemáticos y programadores de computadoras especializados que prepararan las cintas. Sin embargo, los fabricantes de las máquinas herramienta pronto se dieron cuenta de que el CN era una idea que podría utilizarse en varias formas más sencillas. En este mismo año la Universidad de Tokio invento el primer torno de CN al modificar el torno de copiado. En el mismo año se produce un prototipo de fresadora de CN en Japón.

En 1957 la compañía japonesa Fujitsu (FANUC) desarrollo una perforadora revólver que utilizaba el control con cintas. Dos años más tarde, en 1959 se produce una perforadora de plantillas de CN. Al mismo tiempo Fujitsu y Hitachi se asocian e introducen al mercado la fresadora de CN.



estas, eran para desplazamientos punto a punto, relativamente sencillas, Algunas de ellas se vendieron en \$50 000 dólares o menos, precio muy económico de los equipos controlados con cinta. Las ventas de las máquinas de CN se incrementaron rápidamente y en 1962 un fabricante produjo una perforadora de punto a punto de CN, con una precisión de posicionamiento de ± 0.001 pulgada/pie con un precio menor a los \$10 000 dólares.

LABORATORIO DE CNC

De las 39 unidades existentes en 1965 el número de máquinas de CN en el mercado, aumentó a 860 en 1969, de las cuales el 40 por ciento eran tornos. Todas estas máquinas son identificadas como de primera generación y estas eran programadas en un lenguaje de muy bajo nivel, el cual requería la especialización del programador para su utilización.

Después de una década, este problema se superó cuando aparecieron computadoras que aun no formaba parte de la máquina, pero podían graficar movimientos de herramienta, el siguiente paso fue crear un lenguaje que especificara el trayecto para utilizarse como programa de trabajo. Esto se logra con la creación del primer programa llamado APT (Automatically Programmed Tools). Se utiliza la cinta magnética como medio de lectura.

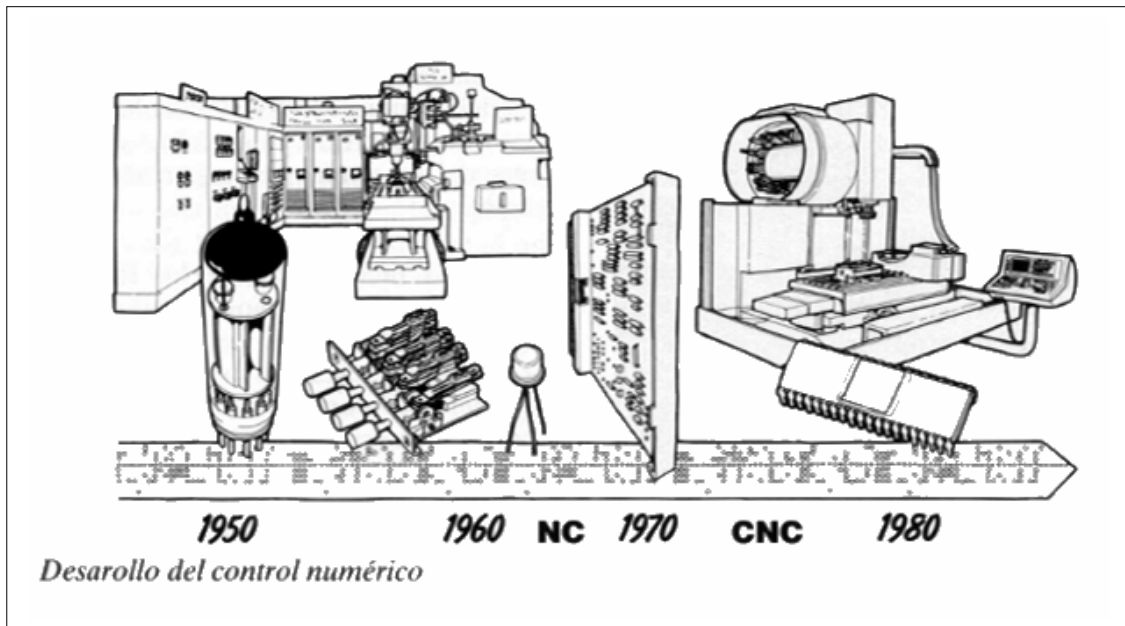
Un desarrollo significativo en los años sesenta fue el sistema conocido como Sketchpad que les permitió a ingenieros el dibujar planos mediante un tubo de rayos catódicos usando una pluma especial y un teclado. Cuando este sistema se le conectó a una computadora se logró la interactividad entre ingenieros y diseñadores. Era el inicio del diseño asistido por computadora CAD.

Alternando los procedimientos de los sistemas de CN fue modificándose el hardware de las computadoras y estas fueron más compactas. En los 70s empezaron a aparecer los equipos controlados por computadoras integradas a la máquina herramienta, donde toman el nombre de CNC, fue necesario modificar y adaptar el lenguaje de programación o software de forma más accesible. Por consiguiente fueron máquinas más fáciles de operar y más versátiles que sus antecesoras de CN. Las máquinas de CNC eran más baratas, fáciles de programar y más exactas, además de utilizar una mayor gama de herramientas, tanto en centros de torneado como en centros de mecanizado verticales. Muchas de estas estaban provistas con simulación gráfica de la herramienta y otras tenían vista tridimensional.

1980 Continúa el crecimiento del CAD/CAM especialmente en las áreas de planeación de procesos, tecnología de grupo y sistemas gráficos. Sistemas CNC de costo menor y más confiables.

Aproximación a la "Fabricación automática" para la fabricación de piezas de varios tamaños en lotes medianos y pequeños.

LABORATORIO DE CNC



Expansión de las aplicaciones del CN.

Desde entonces, la industria electrónica ha estado muy ocupada, pues primeramente se desarrollaron los primeros bulbos electrónicos en miniatura, después los circuitos de estado sólido y, por último, los circuitos integrados o modulares. Con esto se ha incrementado la confiabilidad de los controles y se han hecho más compactos y menos costosos. Al mismo tiempo se han desarrollado complejos sistemas de control para que realicen trabajos y lleven a cabo funciones que nunca se creyeron posibles.

Aunque el control numérico no ha tenido el crecimiento fenomenal que algunos predijeron, la mayoría estarán de acuerdo en que ha gozado de un ascenso razonablemente rápido.

ESTRUCTURA DE LOS PROGRAMAS DE CNC

El lenguaje para elaborar los programa para equipos de CNC, como ya se ha explicado, está compuesto por una serie de letras y números, las cuales llamaremos palabras, donde una cantidad determinada de ellas, formaran un bloque, y una serie sucesiva de bloques completaran un programa. Esta serie de palabras corresponderán a una secuencia lógica de trabajo (programa), los cuales se irán explicando de acuerdo al avance en programación.

Ejemplo:

PALABRAS

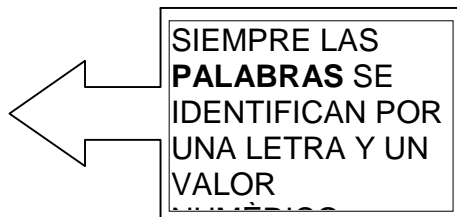
N003

G00

X12.5

Z-32.35

M08



BLOQUE

N003 G00 X12.5 Z-32.35 M08

PROGRAMA

N001 G28 X0. Z0.

N002 G90 G20 G18

N003 G00 X12.5 Z-32.35 M08

N004 G01 Z-50.62 F12.5

N005 G28 X0. Z0. M09

N006 M30

NOTAS:

No te preocupes por el significado de los ejemplos anteriores, lo aprenderás durante la marcha en este manual.

Algunos fabricantes de equipos de CNC identifican a las palabras de un programa como direcciones.

Las literales y los valores numéricos corresponden a ordenes específicas, entonces al ingresar el programa en la máquina, la computadora realiza un análisis, y si es correcta, lo lleva a cabo, si no lo es, nos muestra una alarma en el punto donde se encuentra el error y lo que la provoca.

LABORATORIO DE CNC

Cuando se utilicen valores numéricos después de una literal en un programa o parte de un programa, especificarán estos desplazamientos o valores complementarios de ciertas condiciones de mecanizado, como se trataran, de no corresponder estos a lo anterior se subrayaran y se registrarán de la siguiente forma:

N4 G2 X+/-3.3 Z+/-3.3 F3.2 S4 T2.2 M2

N4 Significa que se puede escribir hasta con un número de cuatro dígitos después de N.

G2 Significa que se puede escribir hasta con un número de dos dígitos después de G.

X+/-3.3 Significa que después de la letra se puede escribir una cifra positiva o negativa con tres números delante del punto decimal y tres detrás.

Z+/-3.3 Igual que la anterior.

F3.2 Valor positivo con tres cifras delante del punto decimal y dos detrás.

S4 Valor positivo de cuatro números después de S y sin punto decimal

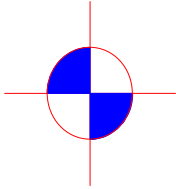
T2.2 Interprete.

M2 Interprete.

SIMBOLOGIA UTILIZADA

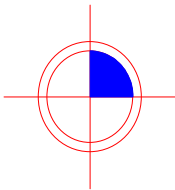
En programación se utilizan los siguientes símbolos para hacer indicación del origen de referencia a un punto. Estos símbolos son los siguientes:

Símbolo de cero pieza



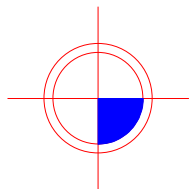
Utilizado para indicar el origen o punto de referencia en un sistema de coordenadas cartesianas. Este punto es establecido por el programador en cualquier zona del área de trabajo de la máquina de CNC, y le indica el lugar en donde se ubica el origen de la forma programada.

Símbolo de cero máquina.



Indica el punto establecido por el fabricante del CNC para el sistema de coordenadas de la máquina. Este punto es fijo y no se puede modificar.

Símbolo de referencia de trabajo para G54 a G59.



LABORATORIO DE CNC

Usado en puntos auxiliares como referencia para determinar diferentes orígenes de trayectorias.

Cada uno de estos símbolos se utilizarán en la operación conveniente, dando su explicación correspondiente de su aplicación.



NOMENCLATURA DE CONTROL PARA CNC**ISO 1056**

El lenguaje de programación, para el control de máquinas herramienta con CNC, utiliza una serie de literales y signos para elaborar sus programas de trabajo, a continuación se enlistan estas, y su significado en los programas de CNC:

A Movimiento rotatorio del cuarto eje

Se usa para especificar el movimiento del cuarto eje y este se especifica, en grados (0.001° - 360°)

B Movimiento lineal de eje B

Esta letra es usada para especificar la coordenada en absoluto del eje B, y este determina la posición o distancia a lo largo del recorrido del contrapunto, el movimiento es en mm o pulgs. si no se le pone punto decimal al número, el último dígito será asumido como 1/10000 de pulgada o 1/1000 de mm.

F Velocidad de avance

Este carácter es usado para indicar el avance usado en cualquiera de las interpolaciones de códigos "G" o ciclos enlatados. Se puede seleccionar dicho avance en unidades/revolución (G99) ó unidades/minuto (G98).

G Códigos G

Se usa para detallar el tipo de operación a ejecutarse en el bloque que incluye el código G. Cada código G definido es parte de una serie de grupos de códigos.

H Corrector de longitud de herramienta

Se usa para especificar el registro que se toma de la herramienta con respecto al punto de referencia y la pieza de trabajo.

I Ciclo programado y datos circulares opcionales

Se usa para especificar datos usados en algunos ciclos enlatados o en movimientos circulares. Se mide ya sea en pulgadas con cuatro cifras fraccionarias o en mm con tres cifras fraccionarias. Si no es ciclo enlatado I=X.

J Ciclo programado y datos circulares opcionales

Se usa para especificar datos usados en algunos ciclos enlatados o en movimientos circulares. Se mide ya sea en pulgadas con cuatro cifras fraccionarias o en mm con tres cifras fraccionarias. Si no es ciclo enlatado J=Y.

K Ciclo programado y datos circulares opcionales

Se usa para especificar datos usados en algunos ciclos enlatados o en movimientos circulares. Se mide ya sea en pulgadas con cuatro cifras fraccionarias o en mm con tres cifras fraccionarias. Si no es ciclo enlatado K=Z.

I, J, K son direcciones utilizadas para programar arcos de circunferencia. Cuando la interpolación se realiza en el plano X-Y, se utilizan las direcciones I y J. Análogamente, en el plano X-Z, se utilizan las direcciones I y K, y en el plano Y-Z, las direcciones J y K.

M Códigos M de Funciones Misceláneas

Esta letra es usada para indicar las funciones misceláneas también son conocidas como funciones secundarias M.

N Número de bloque

Este carácter se usa para numerar cada línea de programación y es enteramente opcional su uso. Su valor es de 0 a 9999.

O Número de programa

Esta es letra es usada para asignar el numero del programa, se coloca al principio del mismo para su registro y se especifica desde 0 a 9999, un programa siempre es salvado en la memoria como Onnnn.

P Tiempo de espera, número de programa o número de repeticiones.

Esta letra es usada para asignar un tiempo de espera programando con el código G04, indica una pausa (temporizador) durante un proceso. Con el misceláneo M98, llama a un subprograma, también se asigna para identificar el primer bloque en los ciclos enlatados. Esta literal es usada también para indicar un número de repeticiones para una operación.

Q Datos opcionales del ciclo enlatado

Esta letra es usada para asignar valores en algunos ciclos enlatados y siempre será positivo. Su valor es de 0 a 1 00.0, o para identificar el bloque final de programación en los ciclos enlatados.

R Ciclo programado y datos circulares opcionales

Es usada para asignar el plano de referencia en algunos ciclos enlatados y como el valor de radio en interpelación circular.

S Comando de velocidad para el Husillo

Esta letra es usada para asignar valor para la velocidad del husillo, la S es seguida de 4 dígitos sin signo entre 0-9999. si así lo permite el máximo de revoluciones de la máquina CNC. Este comando no activa el husillo, se requiere de un misceláneo para activarlo.

T Código de selección de herramienta

Este carácter es usada para asignar el numero de herramienta y su compensación, la "T" es seguida de cuatro dígitos (Tnnnn), donde los dos primeros, seleccionan el numero de herramienta y los dos últimos el numero de compensador.

U Desplazamiento en incremental en el eje "X"

Esta letra es usada para asignar la coordenada en incremental en el eje X relativo a la posición corriente o vigente de la máquina.

V Desplazamiento en incremental en el eje "Y"

Esta letra es usada para asignar la coordenada en incremental en el eje Y relativo a la posición corriente o vigente de la máquina.

W Desplazamiento en incremental en el eje "Z"

Esta letra es usada para asignar la coordenada en incremental en el eje Z, relativo a la posición corriente o vigente de la máquina.

X Coordenadas en el eje "X"

Esta letra es usada para asignar la coordenada en el eje X, especificando la distancia a lo largo del mismo.

Y Coordenadas en el eje "Y"

Esta letra es usada para asignar la coordenada en el eje Y, especificando la distancia a lo largo del mismo.

Z Coordenadas en el eje "Z"

Esta letra es usada para asignar la coordenada en el eje Z y este especifica la posición o distancia a lo largo del mismo.

NOTAS:

Todas las literales de control se escriben en mayúscula.

Después de cada literal se le colocaran valores numéricos, entonces tendrán un significado específico en un programa.

() PARENTESIS

Si se desea que aparezca visualizado algún comentario aclaratorio o de referencia, este deberá estar escrito en el programa, entre paréntesis.

El máximo número de caracteres, que pueden escribirse para un comentario, es de 43, incluidos los parentesis.

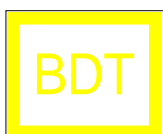
El comentario deberá estar escrito al final del bloque.

Ejemplo:

N4 G00 X12.7 M08 (COMENTARIO).

/ Diagonal [ESLASCH]

Se coloca al principio de un bloque de programación, el cual se requiere omitir durante el programa, para esto, necesita ser activado el botón BDT (BLOCK DELETE) en el tablero del CNC.



ON = Lee las diagonal. No ejecuta el bloque.
OFF = No lee la diagonal. Ejecuta el bloque.

Este se utiliza para que un programa cuente por ejemplo; con un paro opcional de trabajo, como por ejemplo en una operación de medición, montaje de herramienta, etc., en un punto intermedio del mismo. El programa continua su ejecución a partir del bloque que tenga la /, presionando el botón ST (START).

% SIGNO DE PORCENTAJE


Usado para la transferencia de un programa de CNC, desde una computadora externa.

Este signo debe de aparecer al principio y al final del programa si se pretende enviarse por cable. Se interpreta como inicio y final de un programa que sirve para abrir y cerrar respectivamente el canal de transferencia entre una Pc y el CNC.

LABORATORIO DE CNC

; PUNTO Y COMA EOB (END O BLOCK) FINAL DE BLOQUE

Usado para indicar el final de un bloque cuando se edita un programa en el CNC.



CÓDIGOS "G"

Al código "G" le corresponde comandar cualquier tipo de movimientos que realicen tanto los ejes como el husillo del CNC, además de dirigir, controlan y verifican estos movimientos.

Antes de tratar el significado y el uso de los códigos "G", es conveniente conocer algunas reglas para su uso:

- 1).- Los códigos "G" son clasificados por grupos, y cada grupo de códigos tendrá un numero determinado donde cada uno de ellos es una instrucción específica.
- 2).- Un código "G" del mismo grupo reemplaza a otro del mismo grupo, la regla universal en programación, códigos "G" del mismo conjunto no se pueden usar en el mismo bloque, pues estos se cancelan entre sí.
- 3).- Hay códigos **modales**, esto significa que permanecen activos hasta que otro código del mismo grupo lo reemplacé.
- 4).- Hay códigos **no-modales** que solo son efectivos en la línea de programación e inmediatamente son olvidados por el control.

Estas reglas gobiernan el uso de los códigos "G" en programación. El concepto de agrupación de códigos y las reglas aplicables deberán recordarse si vamos a programar eficientemente un CNC. A continuación se enlistan estos.

CÓDIGOS "G" PARA CENTROS DE TORNEADO

No.	DESCRIPCIÓN	GRUPO	CONDICION
G00*	Marcha rápida.	01	M
G01	Interpelación lineal con avance controlado.	01	M
G02	Interpolación circular en sentido Horario.	01	M
G03	interpolación circular en sentido Anti horario.	01	M
G04	Asigna tiempo en segundos (temporizador).	00	
G17	Selección del plano de trabajo X Y.	02	M
G18*	Selección del plano de trabajo Z X.	02	M
G19	Selección del plano de trabajo Y Z.	02	M
G20	Sistema de programación en pulgadas.	05	M
G21	Sistema de programación en milímetros.	05	M

LABORATORIO DE CNC

No.	DESCRIPCIÓN	GRUPO	CONDICION
G22*	Encendido del chequeo de recorrido.	04	M
G23	Apagado del chequeo de recorrido.	04	M
G25*	Cancelar detección de fluctuación de la velocidad del husillo.	08	M
G26	Llamada de la detección de fluctuación del husillo.	08	M
G27	Verificación del retorno al punto de referencia.	00	
G28	Regreso al punto de referencia de la máquina.	00	
G29	Retorno desde el punto de referencia.	00	
G33	Ciclo de roscado sencillo.	01	
G34	Roscado de paso variable	01	
G36	Compensación automática de la herramienta en el eje X.	00	
G37	Compensación automática de la herramienta en el eje Z.	00	
G40*	Anulación de compensación del radio para G41 y G42.	07	M
G41	Compensación del radio del inserto a la izquierda.	07	M
G42	Compensación del radio del inserto a la derecha.	07	M
G50	Determinación de la velocidad máxima del husillo.	00	
G54*	Selección del sistema de coordenadas 1	12	M
G55	Selección del sistema de coordenadas 2	12	
G54	Selección del sistema de coordenadas 3	12	
G55	Selección del sistema de coordenadas 4	12	
G54	Selección del sistema de coordenadas 5	12	
G55	Selección del sistema de coordenadas 6	12	
G70	Ciclo de acabado para G71, G72 y G73.	00	
G71	Ciclo de desbaste para interior y exterior.	00	
G72	Ciclo de desbaste para refrentado.	00	
G73	Ciclo de desbaste para piezas de forma.	00	
G74	Ciclo de ranurado frontal y barrenado.	00	
G75	Ciclo de ranurado para exterior e interior y tronzado.	00	
G76	Ciclo de roscado de pasadas múltiples.	00	
G80*	Cancelación de los ciclos G81, G82, G83, G84, G85.	09	M
G81	Ciclo de barrenado.	09	M
G82	Ciclo de barrenado con tiempo de espera.	09	M
G83	Ciclo de barrenado con incrementos en el eje Z	09	M
G84	Ciclo de machuelado a derechas.	09	M
G85	Ciclo de mandrinado entra con avance y sale con rápido.	09	M
G86	Ciclo de mandrinado con paro de husillo.	09	M
G90	Programación en absoluto.	01	M
G91	Programación en incremental.	01	M
G92	Ciclo de roscado con retraccion.	01	
G94	Ciclo de refrentado.	01	
G96	Velocidad superficial constante.	02	M
G97*	Revoluciones por minuto.	02	M

LABORATORIO DE CNC

G98	Avance en mm/min. ó pulg./min.	05	M
G99*	Avance en mm/rev. ó pulg./rev.	05	M

NOTAS:

1.- Los códigos marcados con "M" son modales esto significa que la funciones "G" una vez programadas permanecen activas mientras no sean anuladas mediante otro código "G" del mismo grupo o mediante un M30, PARO DE EMERGENCIA o RESET.

2.- Las funciones "G" con * son las que asume el control en el momento del encendido, o después de M30, PARO DE EMERGENCIA o RESET.

3.- Pueden indicarse varios códigos "G" en el mismo bloque siempre que pertenezcan a grupos diferentes.

4.- Los códigos "G" del grupo 00 no son modales y únicamente son efectivos en la línea donde se programan sin afectar a los bloques subsecuentes.

5.- Los otros grupos son de modalidad y al especificar un código del grupo se cancela el código anterior correspondiente de ese mismo grupo.

6.- Si se programa un código que no esté en la tabla anterior aparecerá en la pantalla la alarma No. 010.

7.- Se puede programar más de un código "G" en un solo bloque para especificar todas las condiciones del montaje en una operación siempre y cuando no pertenezcan al mismo grupo.

8.- Si en un mismo bloque se programan varios códigos "G" del mismo grupo se hace efectivo el ultimo en aparecer.



CÓDIGOS "M" O MISCELÁNEOS PARA CENTROS DE TORNEADO

Los códigos misceláneos nos sirven para preparar el funcionamiento del equipo de CNC. Estos códigos son los encargados de “accionar los interruptores” para el paro o puesta en marcha de funciones complementarias en un proceso de mecanizado, como pueden ser: Encendido y apagado de chuck, del extractor de rebabas y de la bomba de soluble, además de condicionar la lectura de un programa para su ejecución. Al igual que el código “G” no mantienen un consecutividad uniforme por tratarse de códigos normalizados para una máquina en específico, por lo tanto no todos ellos están presentes en la computadora de la máquina, esto significa que accionan solamente las funciones que son posibles de realizar en el equipo de CNC.

M es la primera letra de la palabra inglesa MISCELLANEOUS. Es decir son funciones de maniobra o adicionales. Estas pueden estar solas en un bloque del programa, o juntas con otras instrucciones diferentes a cualquier orden miscelánea.

No.	Descripción	Condición
M00	Parada de programa	S
M01	Paro opcional	S
M02	Fin de programa (EIA/ISO)	S
M03	Marcha husillo, giro a derechas (CW)	S
M04	Marcha husillo, giro a izquierdas (CCW)	S
M05	Paro de husillo	S
M06	Cambio de herramienta (si cuenta con torreta revolver)	S
M08	Encender refrigerante	S
M09	Apagar refrigerante	S
M10	Cerrar chuck	S
M11	Abrir chuck	S
M12	Salir Contrapunto	S
M13	Entrar Contrapunto	S
M15*	Desbloqueo torreta	S
M16*	Bloqueo torreta	S
M17	Cierre automático puerta	S
M18	Apertura automática puerta	O
M19	Parada orientada del husillo	O
M20	Cancelación parada orientada del husillo	O
M21	Anulación seguro cierre puertas (Bypass on)	S
M22	Conexión seguro cierre puertas (Bypass off)	S
M23	Activación achaflanado esquinas	O
M24	Anulación achaflanado esquinas	O
M27	Recogedor de piezas atrás	O
M28	Recogedor de piezas extendido	O
M29	Recogedor atrás, de inicio B.F.	O
M30	Final de programa y reinicio (rebobinado)	S
M31	Anulación cierre plato (Bypass ON)	S
M32	Cierre del plato normal (Bypass OFF)	S
M40	Cambio de gamas en neutral	S
M41	Gama baja	S
M42	Gama alta	S

LABORATORIO DE CNC

M51 Anular detección de errores S

* Funciones a utilizar sólo en mantenimiento

S = Standard O = Opcional


OBSERVACIONES:

Sólo puede usarse un código "M" por línea.

Si en un bloque se programan varios códigos M únicamente será efectivo el último en aparecer.

NOTA:

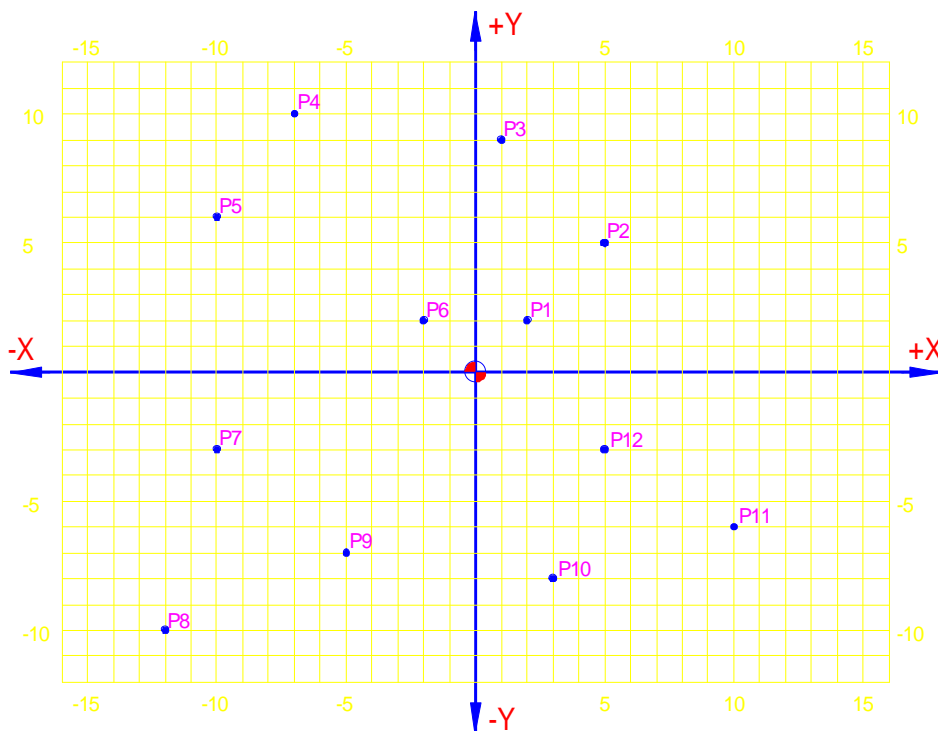
El código "M" será el último código que se ejecutará, sin importar donde se encuentre en la línea donde aparezca.



INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN

Para definir la forma de una pieza para un centro de torneado de CNC, se realiza mediante puntos en el sistema de coordenadas cartesianas. Para esto sabemos que para establecer la ubicación de un punto en un plano cartesiano, se especifica de acuerdo a otro punto llamado origen, y un punto que toma como referencia al origen puede ser absoluto o relativo (incremental) a este o a otro.

EJEMPLO:



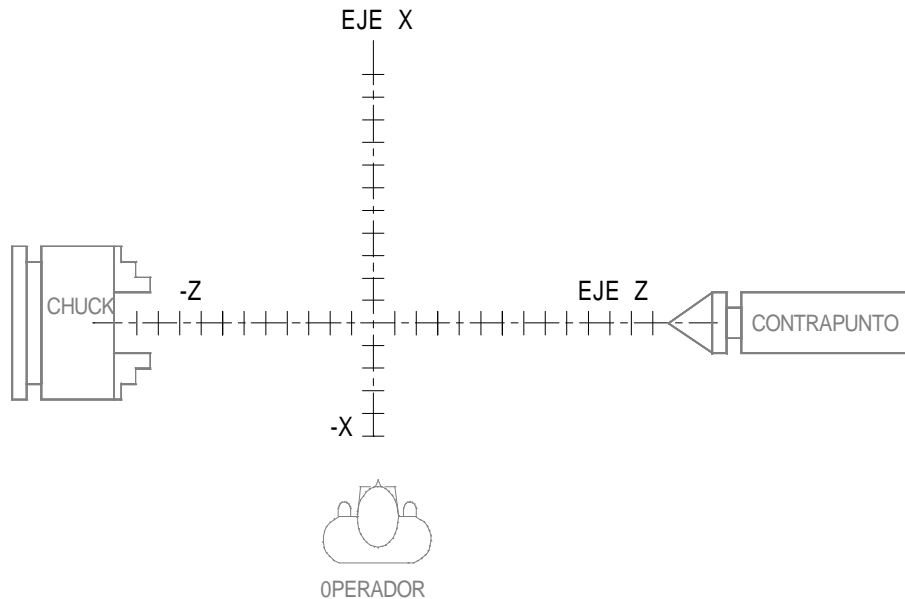
Si tomamos como absolutos los puntos 2, 4, 6, 8, y 12 y relativos a 1, 3, 5, 7, 9 y 11 sus valores en orden numérico corresponderían:

P1 X2. Y2.	P5 X-3. Y4.	P9 X7. Y3.
P2 X5. Y5.	P6 X-2. Y2.	P10 X3. Y-9.
P3 X-4. Y4.	P7 X-8. Y-5.	P11 X7. Y2.
P4 X-7 Y10.	P8 X-12. Y-10	P12 X5. Y-3.

Para elaborar programas de CNC se utilizaran estos sistemas de localización de puntos para definir el contorno de una pieza.

Como podemos observar en el siguiente dibujo, y desde una vista superior, un torno de CNC identifica sus carros de la siguiente forma:

LABORATORIO DE CNC



Eje "X" (U) corresponde al carro transversal.
Eje "Z" (W) recae en el carro longitudinal.

TIP

Siempre el eje "Z"(W) corresponde al husillo principal de cualquier maquina herramienta de CNC, de ahí que se distribuyan tal como lo muestra el dibujo.

Por lo tanto, la definición de los puntos de una forma se realiza en base a un plano X, Z, esto es para hacer la correspondencia a los ejes de la máquina.

NOTA: La letra "U" se usa para especificar una **coordenada incremental** en el eje "X", de igual forma la letra "W" se utiliza para el eje "Z".

Involucrando el sistema de coordenadas de un torno de CNC con un plano de fabricación, vemos que se relacionan directamente en valores dimensionales de la pieza con los ejes que corresponden comandarse de acuerdo en lo siguiente:

Las dimensiones que correspondan o al eje "X" (U) se establecen como una dimensión diametral, tal como lo especifica el plano de fabricación. Se usa "U" cuando correspondan a valores radiales y/o incrementales en el eje especificado.

Para las distancias paralelas al eje de giro de la pieza "Z" (W), se usan sin diferenciación dimensional.

Esto quiere decir que los valores numéricos representan desplazamientos en un sistema de coordenadas cartesianas, X(U), Y(V) y Z(W). y se ha de tener en cuenta que la precisión de desplazamiento del control es la micra para el sistema métrico (0.001mm) o la diezmilésima para el sistema ingles (0.0001pulg.), por ello los valores de los desplazamientos, si no se indica el punto decimal, serán

LABORATORIO DE CNC

entendidos por el control como micras o diezmilésimas de pulgada.

Ejemplo:

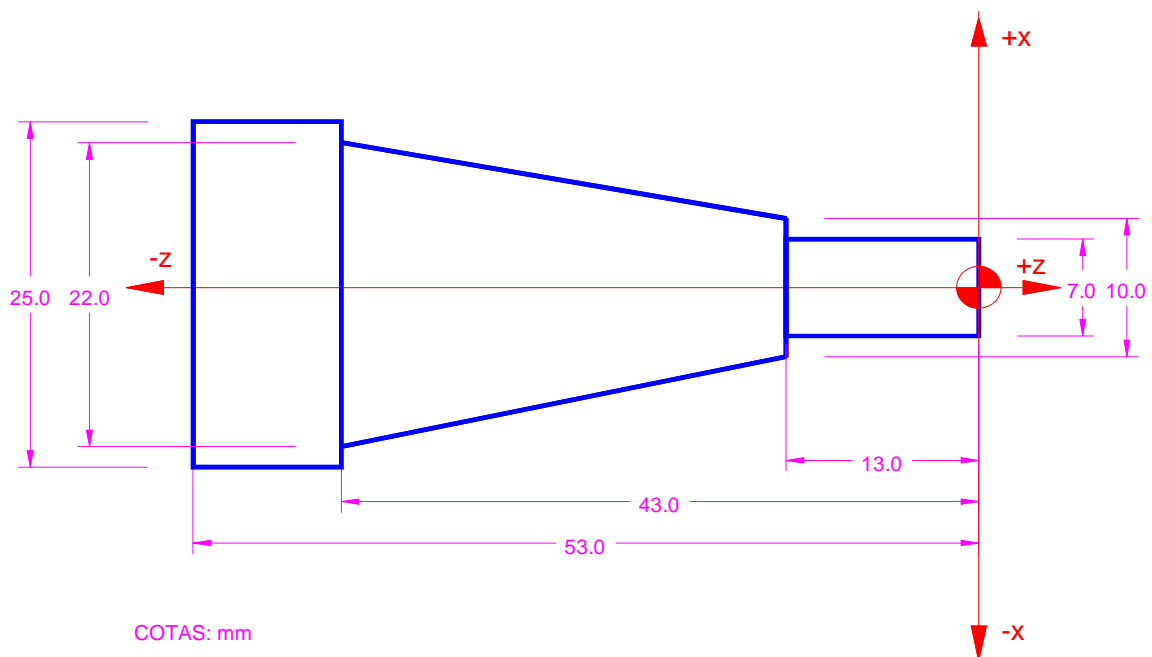
Sistema Métrico.

X200 Indicaría un desplazamiento de 0.2mm. en el eje "X".
Z2.32 Establecería un movimiento de 2.32 mm. en el eje "Z".

Sistema Ingles.

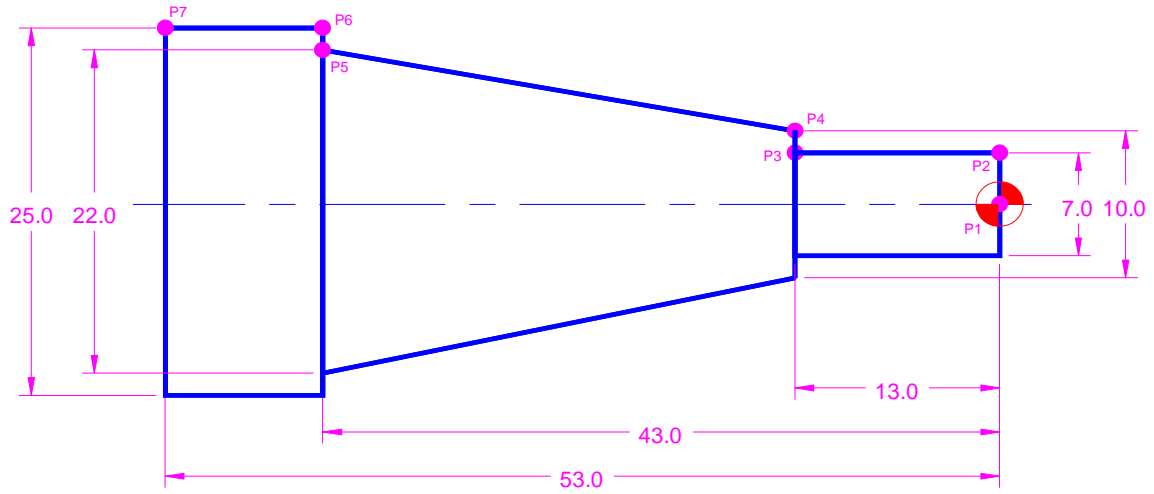
X1.68 El desplazamiento sería de 1.68 pulgadas.
Z116 Indicaría un desplazamiento de 0.0116 pulgadas.

Como se observa el siguiente dibujo, se le ha agregado el símbolo de cero pieza para establecer la forma en base al sistema de coordenadas de un torno, este, puede colocarse en cualquier lugar de la parte, y nos indica el origen o inicio de la forma de la pieza.



Si a este dibujo se señala por medio de puntos que nos auxilién para establecer el contorno de la forma quedaría.

LABORATORIO DE CNC



COTAS: mm

PUNTOS EN ABSOLUTO

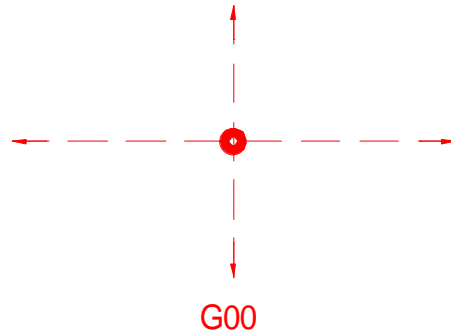
P1X0. Z0.
P2X7. Z0.
P3X7. Z-13.
P4X11. Z-13.
P5X21. Z-43.
P6X25. Z-43.
P7X25. Z-53.

PUNTOS EN INCREMENTAL

P1 U0. W0.
P2 U5. W0.
P3 U0. W-13.
P4 U1.5 W0.
P5 U6. W-30.
P6 U1.5 W0.
P7 U0. W-10.

DESPLAZAMIENTOS BASICOS

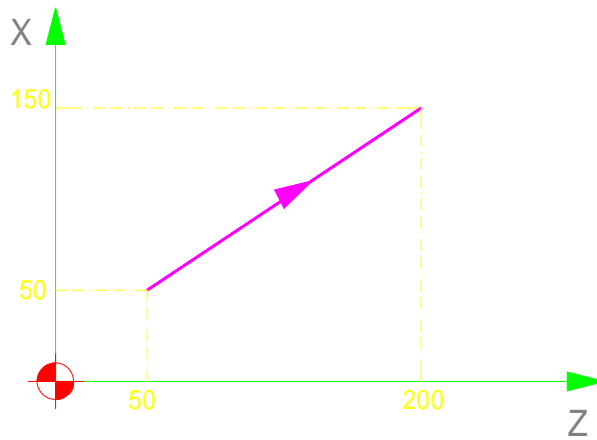
G00 POSICIONAMIENTO RÁPIDO



G00 Movimiento lineal ejecutado a la mayor velocidad que genera el CNC (28 m/min.). Las coordenadas programadas a continuación de G00, se ejecutan en avance rápido.

Ejemplo:

Programa del eje X en diámetro.



G00 X300. Z200.

o bien

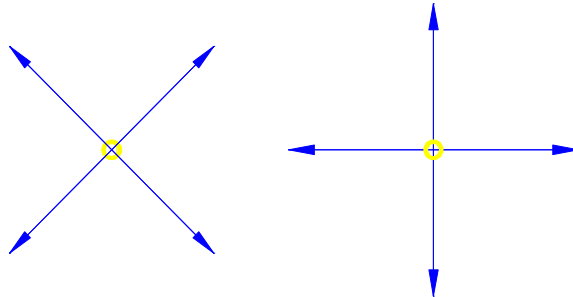
G00 U100. W150.

El código "G00" es una clave **modal**, e incompatible con G01, G02 y G03

Este tipo de movimiento se utiliza para realizar el acercamiento de la herramienta a la pieza de trabajo. Aunque se pueden realizar movimientos rápidos en diagonal se recomienda, **por seguridad**, programar el movimiento rápido en un solo eje a la vez.

La función G00 puede programarse como G0.

G01 INTERPOLACIÓN LINEAL



G01

Se le llama interpolación lineal a cualquier movimiento que se establezca como **controlado**. Esto quiere decir que se encuentre en la fase de corte de metal. Para programar un movimiento lineal controlado debe de cumplir tres requisitos:

Contener al inicio el código "G01".

Un punto que le sirve como referencia para desplazarse a él.

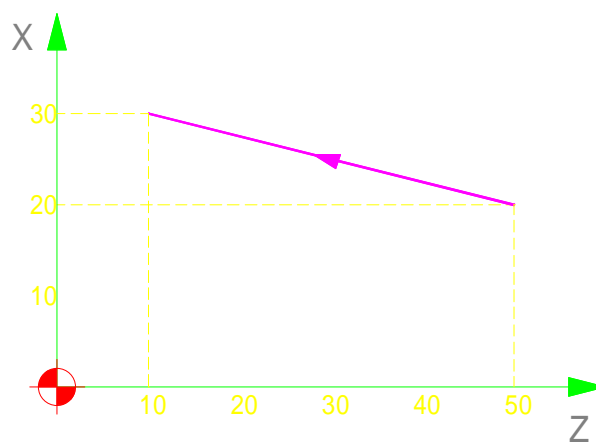
Una velocidad de corte determinada (F).

Por lo tanto su formato será:

G01 X+/-3.3 Z+/-3.3 F3.3

Ejemplo:

Programa del eje X en diámetro.



G01 X60. Z10. F0.25

ó bien

G01 U10. W-40. F0.25

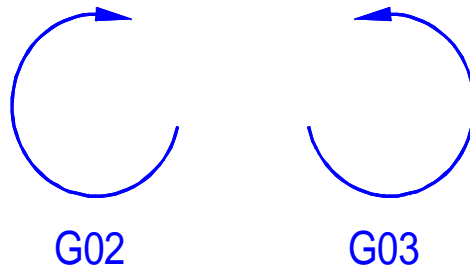
NOTAS:

Al programar G00 no se anula la última F programada; es decir cuando se programa G01, G02 ó G03, se recupera dicha F.

El código "G01" es una clave **modal** e incompatible con G00, G02 y G03.

La función G01 se puede programar como G1.

G02 y G03 INTERPOLACIÓN CIRCULAR



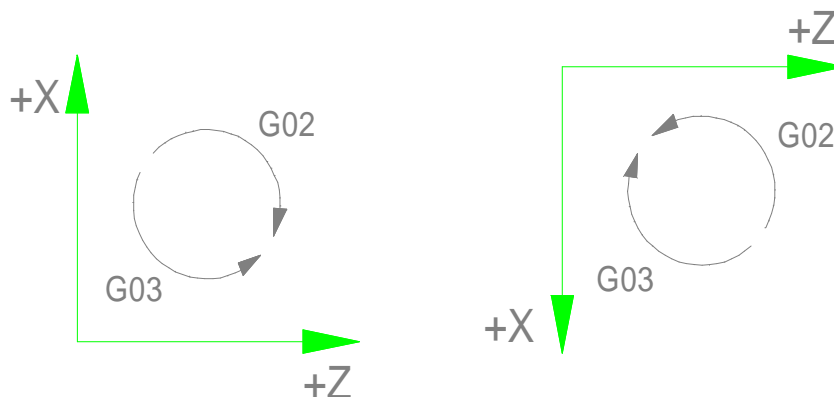
G02 : Interpolación circular a derechas (sentido horario).

G03 : Interpolación circular a izquierdas (sentido anti-horario).

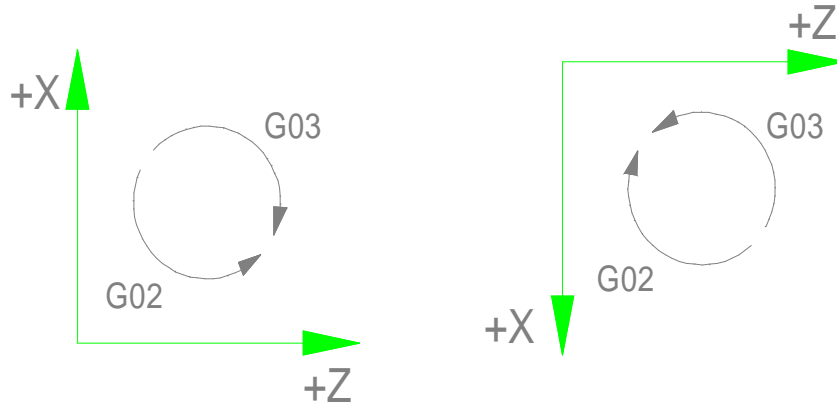
Los movimientos programados a continuación de G02/G03, se ejecutan en forma de la trayectoria circular al avance F programado.

Las definiciones de sentido horario (G02) y sentido anti-horario (G03), se han fijado de acuerdo con las siguientes normas:

a) Parámetro G02 - G03: FALSE. Sentido de los ejes de la máquina.



b) Parámetro G02 - G03: TRUE. Sentido de los ejes de la máquina.



Estos sistemas se pueden seleccionar desde la configuración del sistema de trabajo de la máquina.

Las funciones G02/G03 son modales e incompatibles entre sí, y también con G00 y G01.

Cualquier ciclo fijo de trabajo anulan a G02 y G03.

G02 y G03 se pueden programar como G2 y G3

INTERPOLACIÓN CIRCULAR EN COORDENADAS CARTESIANAS CON PROGRAMACIÓN DEL RADIO DEL CIRCULO.

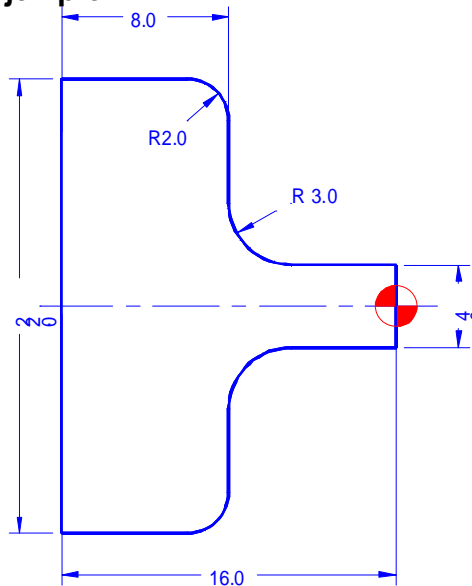
Su formato es el siguiente:

N4 G02/G03 X+/-3.3 Z+/-3.3 R+/-3.3

Donde:

<u>N4</u>	Número del bloque
G02/G03	Código que define la interpolación.
<u>X+/-3.3</u>	Cota que define el punto final del arco en el eje X.
<u>Z+/-3.3</u>	Cota que define el punto final del arco en el eje Z.
<u>R+/-3.3</u>	Radio del arco.

Ejemplo:



```
G01 X0. Z0. F0.1
X4.
Z-5.
G02 X10. Z-8. R3.
G01 X18.
G03 X22. Z-10.
R2.
G01 Z-16.
```

COTAS: mm

NOTA:

Si el arco de la circunferencia es menor de 180°, el radio se programará con signo positivo, y si es mayor que 180°, el radio será negativo.

INTERPOLACIÓN CIRCULAR EN COORDENADAS CARTESIANAS CON PROGRAMACIÓN DEL CENTRO DEL CÍRCULO.

Su formato es el siguiente:

N4 G02/G03 X+/-3.3 Z+/-3.3 I+/-3.3 K+/-3.3

Donde:

- N4** Número del bloque.
- G02/G03** Código que define la interpolación.
- X+/-3.3** Cota que define el punto final del arco en el eje X.
- Z+/-3.3** Cota que define el punto final del arco en el eje Z.
- I+/-3.3** Distancia del punto de partida al centro del arco, en el eje X.
- K+/-3.3** Distancia del punto de partida al centro del arco, en el eje Z.

NOTA: Los valores de I, K se programan con signo. Es necesario programarlos siempre aunque tengan valor cero.

G04 TEMPORIZACIÓN

Por medio de la función G04, se puede programar un tiempo de espera.

El valor de la temporización se programa mediante la letra P.

Ejemplo:

G04 P0.05	Temporización de 0.05 seg.
G04 P2.5	Temporización de 2.5 seg.

NOTAS:

El valor de P podrá tener un valor comprendido entre 0.00 y 99.99

La temporización se ejecuta al comienzo del bloque en que está programada.

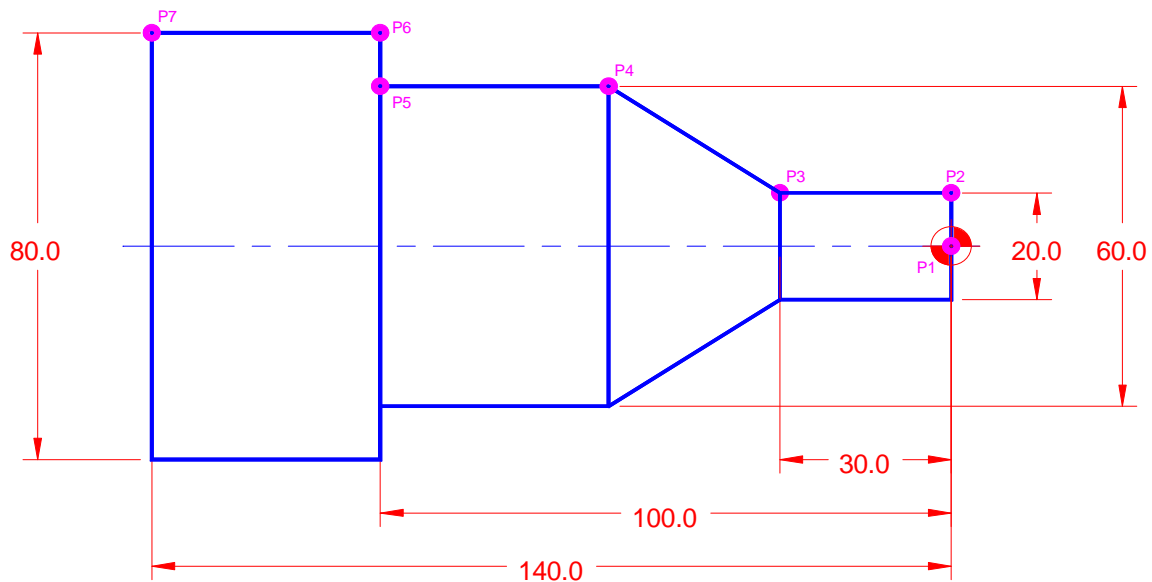
La función G04 puede programarse como G4.

TIPOS DE PROGRAMACIÓN

Los programas para el recorrido de la herramienta pueden ser programadas de tres formas:

Absoluta
Incremental
Mixto.

Utilizando el siguiente dibujo para ejemplificar estas tres formas de programación, asiendo hincapié de que se usa X y Z para establecer los puntos en absoluto y U y W para los puntos en incremental.



COTAS: mm

Ejemplo:

ABSOLUTA

P1 X0. Z0.
P2 X20. Z0.
P3 X20. Z-30.
P4 X60. Z-60.
P5 X60. Z-100.
P6 X80. Z-100.
P7 X80. Z-150.

INCREMENTAL

P1 U0. W0.
P2 U10. W0.
P3 U0. W-30.
P4 U15. W-30.
P5 U0. W-40.
P6 U10. W0.
P7 U0. W-50.

MIXTO

P1 X0. Z0.
P2 U10. W0.
P3 U0. Z-30.
P4 X30. W-30.
P5 U0. Z-100.
P6 X80. W0.
P7 U0. Z-150.

LABORATORIO DE CNC

Las anteriores modos de crear un programa, no implican ningún problema para que el CNC los reconosca y los ejecute, aunque se recomienda tener el debido cuidado al utilizar la programación incremental, pues un fallo en un punto, implica que el resto de los lugares subsecuentes sean erróneos, o sea, que la equivocación se suma, sin embargo al utilizar la programación absoluta y al haber un error en un punto, solamente existirá la incorrección en el lugar donde se cometió, en consecuencia, el corregirlo, implica menos trabajo.

Los programas de CNC son ejecutados bloque por bloque, esto quiere decir que, hasta que no concluye lo especificado en uno de ellos, no puede ejecutar el siguiente. Por lo tanto cuando programamos la coordenada de un punto, no es necesario repetir el valor del eje que permanece estático, pues al programar una nueva coordenada la computadora lo registra en un sistema llamado **coordenadas de la máquina**, y este sistema sirve para conocer el lugar en que se encuentran sus ejes en todo momento, por lo tanto lo único que requiere, es el siguiente eje a desplazar. Este sistema de coordenadas se aprovecha para simplificar los programas para CNC, pues cualquier signo escrito en medios digitales, es memoria utilizada por el recurso de almacenamiento utilizado.

Por lo tanto los programas antes ejemplificados quedarían de la siguiente forma:

<u>ABSOLUTA</u>	<u>INCREMENTAL</u>	<u>MIXTO</u>
X0. Z0.	U0. W0.	X0. Z0.
X20.	U10.	U10.
Z-30.	W-30.	Z-30.
X60. Z-60.	U15. W-30.	X30. W-30.
Z-100.	W-40.	Z-100.
X80.	U10.	X80.
Z-150.	W-50.	Z-150.

PARÁMETROS DE CORTE

Se les llama parámetros de corte a los factores que influyen en el proceso del corte del metal.

Normalmente los datos técnicos que se requieren para realizar un programa para CNC, se toman de los planos de fabricación, en estos, se especifican las dimensiones, tipo de material y tolerancias a las que debe de fabricarse una determinada pieza. Una vez disponiendo de estos datos se establecen los parámetros de corte.

Y estos son:

Revoluciones a las que debe de girar el husillo (**S**).

Avance de la herramienta de corte (**F**).

Profundidad de corte.

1. La letra "**S**" corresponde a la primera letra en ingles "**Speed**" (velocidad) asignándosele este carácter, a la velocidad periférica del husillo. Y la asignación de las revoluciones a las que debe de girar, se establecen a partir del tipo de material con que se fabricara la pieza, primera columna de la tabla siguiente. Para calcular las r.p.m. (**S**) que se utilizaran para el mecanizado de un determinado material, es necesario tomar el valor de la Velocidad de corte (V_c), de la segunda columna de tabla, en la que se observa un rango de aplicación, el límite inferior de la jerarquía, es para operaciones de desbaste y el rango superior para operaciones de acabado.

2. La letra "**F**" pertenece a la palabra inglesa "**Feeding**" (alimentación), es una señal con propiedad modal, y esta, asigna el movimiento que se utilizara para el recorrido de la herramienta de corte, durante la fase de maquinado, esta operación comúnmente es llamada avance. El avance "**F**" lo expresamos en unidades de desplazamiento/revolución ó en unidades de desplazamiento/unidades de tiempo (minuto). La tercera columna de la tabla siguiente nos recomienda dicho avance por revolución.

3. La profundidad de corte se establece de acuerdo al rango establecido por el fabricante de la herramienta de corte que se utilizara.

Material a mecanizar	Velocidad de Corte (V.c.) [m / min.]	Avance (F) por Rev. [mm / Rev]
Aluminio	120 - 200	0.1 - 0.05
Latón	100 - 120	0.1 - 0.05
Hierro fundido	50 - 80	0.05 - 0.025
Acero bajo carbono	60 - 80	0.05 - 0.025
Acrílico	40 - 60	0.075 - 0.035

LABORATORIO DE CNC

De la tabla anterior, se toma el valor de la velocidad de corte correspondiente al material a mecanizar y se selecciona el rango mayor o menor según sea el caso de desbaste o acabado.

Se despeja el valor de la V_c , adecuada al material, para obtener el valor de "S", aplicando la siguiente formula:

$$S \text{ [r.p.m.]} = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D}$$

Donde:

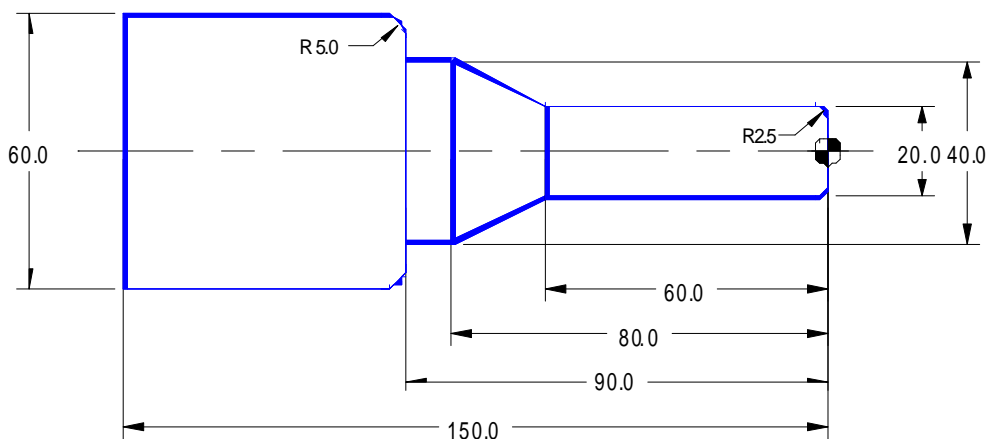
V_c . = Velocidad de corte en m/min.
1000 = mm
 π = 3.1416
D = Diámetro de la pieza en mm.

EJEMPLO:

Calcular las r.p.m. Para el desbaste en torneado de una pieza de fundición gris con una dureza de 200 HBn, con una velocidad periférico de 50 m/min. si el diámetro de la pieza es de 38.1 mm.

$$S \text{ [r.p.m]} = \frac{(50) (1000)}{(3.1416) (38.1)} = 417 \text{ r.p.m}$$

Sin embargo si tenemos que fabricar una pieza similar a la del dibujo siguiente, el proceso se complica.



Si se emplea la formula para obtener las RPM a las que debe de girar la pieza, se obtendrá una velocidad de giro de 1909 RPM cuándo la herramienta de corte se encuentre en el diámetro de 20.0 mm, a 954 RPM en el diámetro de 40.0 mm y a 636 RPM en el diámetro de 60.0 mm. Esto sin considerar la conicidad,

LABORATORIO DE CNC

donde su variación sería diferente de acuerdo a la posición de la herramienta. Involucraría además de una considerable cantidad de cálculos que tendrían que realizarse para estar modificando la velocidad de giro.

Con el fin de cubrir todo este trabajo existen dos funciones del código "G" para controlar las Rev. por minuto para el mecanizado de piezas, estas son:

1. revoluciones por minuto fijas (G97)
2. velocidad periférica constante (G96)

Con "G97" definimos una cantidad fija de "S" r.p.m. a las que debe de girar el husillo de la máquina y esta se obtiene de la forma calculada en el ejemplo anterior. En cambio con "G96" establecemos una forma de variar las r.p.m en el mecanizado de partes en donde exista alteración en sus diámetros, y para esto en vez de realizar una serie de cálculos, se utiliza directamente en "S" la V_c del material a mecanizar, y la computadora se encarga de realizar los cálculos para accionar el husillo a las r.p.m. correctas.

Estas dos opciones con que se puede activar el husillo, facilita el mecanizado de partes y tienen una razón en su aplicación, ya que es elemental fijar este parámetro, dependiendo de la operación a realizar. En roscado, barrenado y machuelado donde el posicionamiento en cuanto a diámetro no habrá variación, es necesario programar con "G97".

En torneado y mandrinado donde los posicionamientos en cuanto a diámetro siempre serán variados es necesario programar con G96, de esta forma el control calcula las revoluciones por minuto a las que debe girar la pieza a maquinar.

Un ejemplo de las formas que se comandan los códigos G96 Y G97 sería la siguiente:

G96 S200 M04

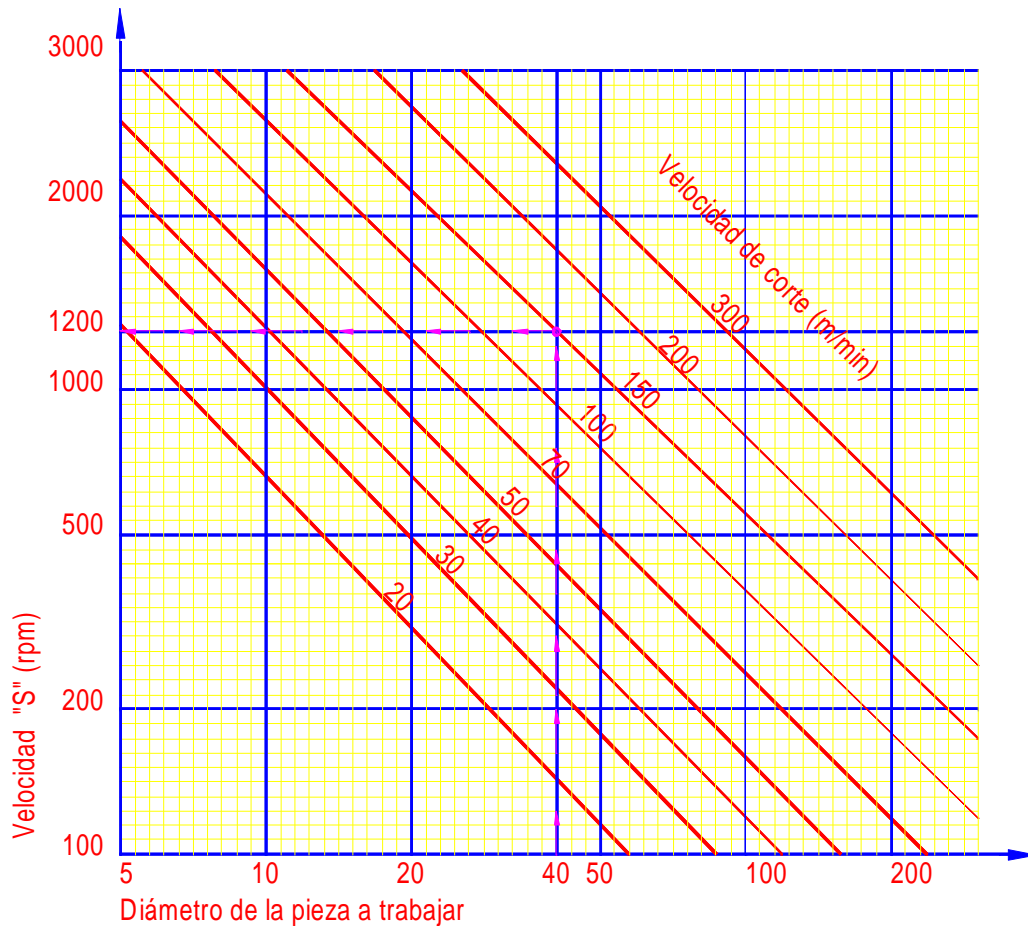
En este bloque se indica velocidad constante de corte [G96], a doscientos metros por minuto [S200], y con el misceláneo [M04] encendido de husillo con sentido anti-horario.

G97 S500 M03

En esta línea se indica revoluciones por minuto [G97], a quinientas r.p.m. [S500] y con el Misceláneo [M03] encendido de husillo en sentido horario.

El siguiente dibujo nos puede servir para calcular aproximadamente la velocidad de giro del husillo en base a una determinada V_c .

LABORATORIO DE CNC



El ejemplo muestra:

Diámetro de la pieza a trabajar 40 mm

Velocidad de corte 150 m / min.

Resulta una velocidad de 1200 rpm.

SELECCIÓN DE VELOCIDAD DE AVANCE (F)

En la tabla de donde tomamos el dato de la V_c existe la columna de avance por revolución, recomendado, para desbaste y acabado.

El avance de la herramienta se puede establecer de dos formas distintas:

1) avance por revolución, mm/rev., pulg./rev. (G99)

2) distancia por tiempo, mm/min., pulg./min. (G98)

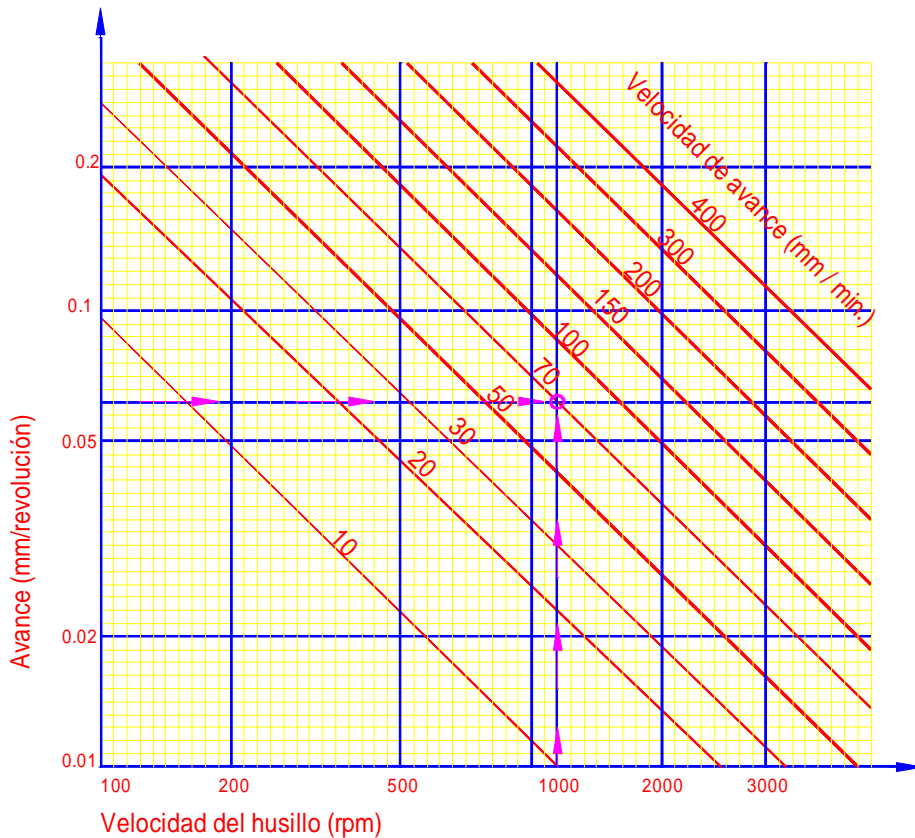
Normalmente los tornos CNC están establecidos en mm/rev. (G99) dentro de los parámetros por default.

Los valores para las velocidades de avance que aparecen en las tablas los

LABORATORIO DE CNC

consideramos para condiciones ideales, por lo tanto, debemos tomar en cuenta algunos factores para determinar las velocidades más convenientes a utilizar.

En la mayoría de los casos, las velocidades de corte especificadas en las tablas los reducimos por causa de los siguientes aspectos: el filo de la herramienta, la sujeción de la herramienta, la rigidez del sujetador de la pieza, la profundidad de corte, el avance, el acabado, etc.



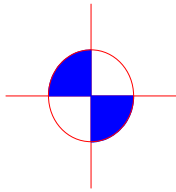
TIPOS DE COORDENADAS

En un equipo de CNC existen dos sistemas de coordenadas a considerar

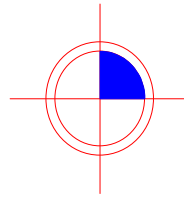
Sistema de coordenadas de la pieza.
Sistema de coordenada de la maquina.

Sus símbolos son los siguientes:

PARA LA PIEZA



PARA LA MÀQUINA



Y estos que aunque no implican ningún problema para la programación es indispensable conocer su utilización de cada una de ellas en el proceso de mecanizado.

El sistema de coordenadas de la pieza corresponde al que hasta ahora hemos estado utilizando para localizar puntos mediante coordenadas para determinar el contorno de una pieza, por lo tanto ya nos es familiar y es arbitraria su ubicación en un programa, esto quiere decir que el programador decide en que lugar lo va a colocar para especificar su contorno, pero una vez establecido no lo debemos modificar.

El sistema de coordenadas de la maquina corresponde a un punto en específico y es registrado por el fabricante de la misma y es conocido este punto como CERO MÀQUINA, siendo inaccesible y por lo tanto inamovible por el programador. Su finalidad es la llevar un registro en todo momento de la ubicación de sus ejes. Siendo encargada la computadora de estar comparando estos registros con respecto a los programados con el sistema de coordenadas de la pieza, para realizar los ajustes necesarios si se requieren. Este sistema de coordenadas nos sirve también para darle a conocer al CNC el recorrido que tiene que realizar los ejes para localizar la pieza en que trabajara. Y esto se realiza mediante desplazamientos manuales desde CERO MAQUINA hasta donde se ubica el CERO PIEZA, y una vez registrados, conocerá todos los puntos de coordenadas de su forma dimensional.

ASIGNACIÓN DE HERRAMIENTA (T)

La "T" es la primera letra de la palabra inglesa "**Tool**" (herramienta) siendo usada esta literal para el llamado de una herramienta, se utiliza con cuatro dígitos sin punto decimal, donde los dos primeros especifican el número de herramienta y los dos últimos el número del compensador.

Ejemplo:

T 01 01 ← Número de compensador.
↑
Número de herramienta.

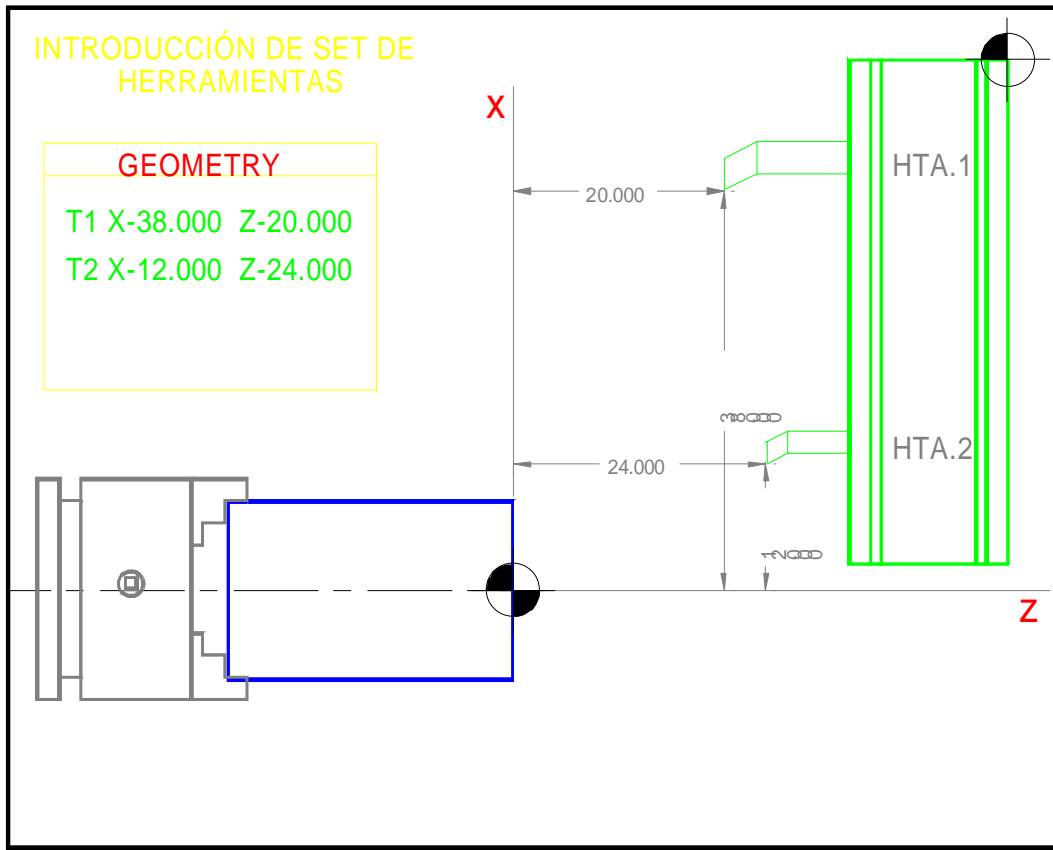
El compensador corresponde a los valores lineales X, Z que tiene que desplazarse la herramienta desde cero máquina hasta el cero pieza, y estos son introducidos por el programador en el menú de set de herramientas (tool offset) en la pantalla GEOMETRY DEL CONTROL FANUC.

Para compensar la herramienta durante el proceso se necesita introducir el valor de la compensación con U para la coordenada X y W para la coordenada Z estos, son valores incrementales, tomados desde el cero máquina.

Esto quiere decir que la máquina de CNC necesita conocer el desplazamiento que tiene que realizar desde cero máquina hasta el cero pieza, y una vez conociéndolo, los desplazamientos posteriores son dirigidos por el programa de recorrido de la pieza.

Si observamos el siguiente dibujo nos muestra un ejemplo de la distancia en la que se encuentran las herramientas desde el punto de cero máquina hasta el cero pieza, estos valores son los que se deben de registrar para que en el momento de activar una de ellas, el control lea y ejecute el recorrido que realizaría para encontrar el cero pieza. Por lo tanto con esto conoce.

LABORATORIO DE CNC



NOTAS:

Para dar de alta una herramienta para su activación en un programa de CNC se debe de anteponer el código "G00".

EJEMPLO:
G00 T0202

Con esto la computadora lee los valores introducidos en el set de herramientas y sabe por lo tanto lo que tiene que desplazarse para encontrar el cero pieza.

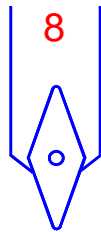
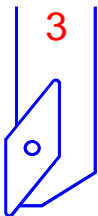
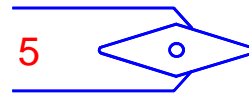
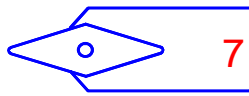
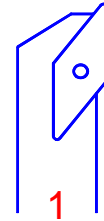
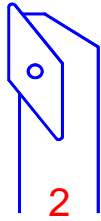
Se puede utilizar la misma herramienta para diferente maquinado pero con diferente compensación.

EJEMPLO:
G00 T0108

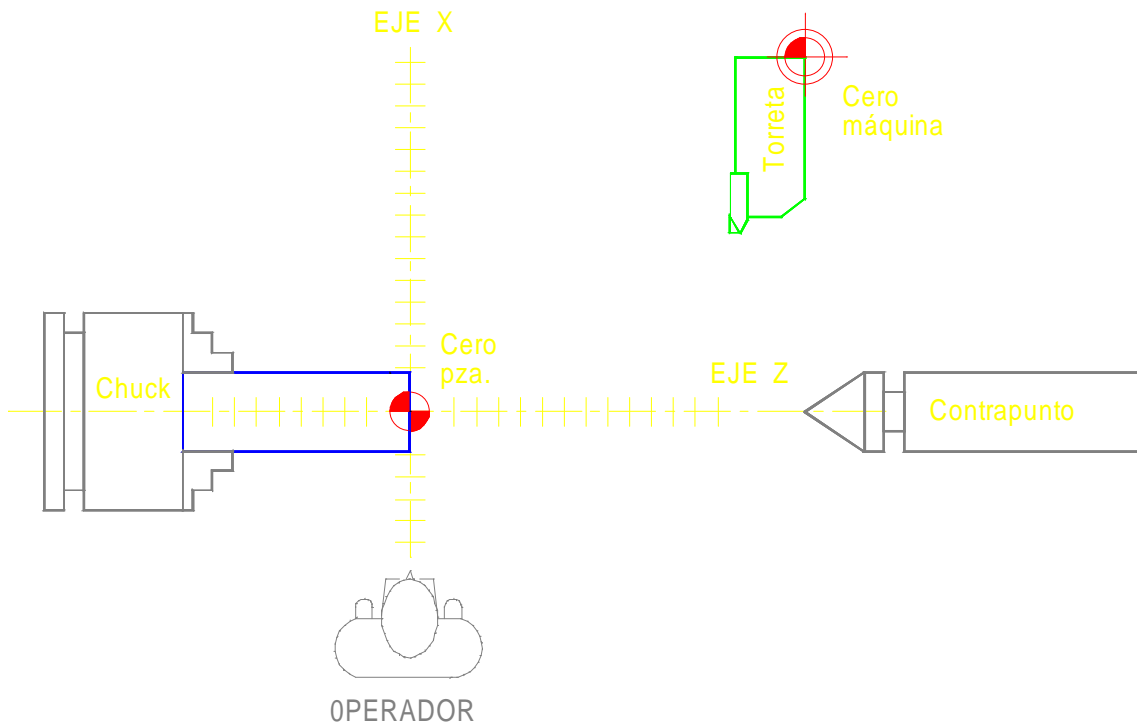
LABORATORIO DE CNC

HERRAMIENTAS

TIP DE



SISTEMA DE COORDENADAS EN LOS TORNO DE CNC



Los centros de torneado de CNC cuentan con dos posiciones de referencia de trabajo:

- Cero Pieza
- Cero Máquina

Si observamos el dibujo se aprecia la correspondiente asignación que tienen los carros en un torno de CNC. Para el carro transversal se establece como eje "X", para el carro longitudinal corresponde el eje "Z", por lo tanto se utilizan estas literales para referirse al los movimiento del carro correspondiente a través del eje de asignación.

METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN PROGRAMA

El Procedimiento que se recomienda para realizar un programa de CNC es considerar en forma similar a los pasos que seguiríamos para operar un torno convencional.

Para esto tenemos que identificar los **pasos preparativos y los pasos operativos** que realizamos al utilizar una máquina herramienta.

Pasos preparativos: Son todos aquellos ajustes que se realizan antes y después de poner en marcha la maquina, y estos comúnmente son:

- Verificación de la posición de los carros
- Selección de la herramienta de corte
- Selección de las r.p.m.
- Encendido del husillo.
- Encendido de la bomba del refrigerante
- Apagado de la bomba del refrigerante
- Apagado de husillo

Estos pasos en CNC se conocen como **parámetros preparatorios**.

Pasos operativos: Corresponden al orden de movimientos de los carros (ejes), que se requieren para obtener el mecanizado de la parte.

Un programa es escrito dando las instrucciones en orden de ejecución, se podría tomar como regla la siguiente metodología.

- | | |
|---------|--|
| Paso 1 | Verificación de su posición en cero máquina |
| Paso 2 | Seleccionar herramienta de corte |
| Paso 3 | Comandar encendido de husillo y seleccionar velocidad de corte o r.p.m.. |
| Paso 4 | Activar soluble (si se requiere). |
| Paso 5 | Posicionamiento rápido a la pza. de trabajo. |
| Paso 6 | Careo de la pieza |
| Paso 7 | Proceso de maquinado de la pza. |
| Paso 8 | Retracción rápida de la pza. |
| Paso 9 | Desactivar husillo y soluble. |
| Paso 10 | Retornar herramienta a posición de indexado, selección de otra herramienta o |
| Paso 11 | Fin de programa. |

En donde los pasos 1,2,3,4,9,10 y 11 Corresponden a los parámetros preparatorios y los pasos 5, 6, 7 y 8 a los operativos.

CICLOS FIJOS DE TRABAJO

Una de las características más importantes en el lenguaje de programación de CNC son los ciclos fijos de trabajo, estos tienen como finalidad principal la de simplificar la programación.

A estos se les llama también como ciclos enlatados y son una serie de **macros** que sirven para realizar operaciones predeterminadas de trabajo. Para elaborar un programa por medio de ciclos, se puede encontrar uno para la mayoría de las operaciones más comunes de torneado, tales como desbaste, contorneado, barrenado, ranurado y roscado. La finalidad de ellos como se ya se mencionó, es la de simplificar los programas de trabajo ya que sin estos los programas resultarían bastante extensos.

Para su explicación, se presentan con su **FORMATO** de trabajo, y este aparece con las literales necesarias para su llenado además de las indicaciones correspondientes para su aplicación. Posteriormente se da un ejemplo de su utilización.

G70 CICLO FIJO DE CONTORNEADO PARA G71, G72 Y G73

Este ciclo sirve para realizar un recorrido a traves del contorno programado y se utiliza principalmente para el acabado final de la pieza, cuando existe un sobre material normalmente proporcionado en un proceso de desbaste, o de una pieza preformada. Como se indica, este ciclo se utiliza para los códigos G71, G72 y G73, los que realizan el desbaste de la pieza programada.

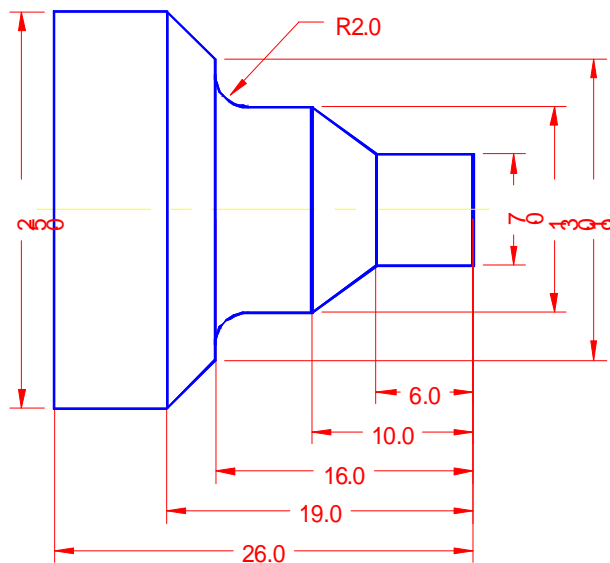
FORMATO:

G70 P(pb) Q(ub) F(av) S(vl) T(hr)

Donde:

- pb Primer bloque de la secuencia establecida para el contorno.
- ub Ultimo bloque de la secuencia establecida para el contorno.
- av Avance de corte.
- vl Velocidad del husillo.
- hr No. de herramienta y compensador.

EJEMPLO:



COTAS: mm

```

G50 S2500
G96 S100 M04
G00 T0303
G00 X26. M08
Z0.
G01 X0. F0.005
G00 Z1.
X28.
G71-G72-G73
N2 G01 X7.
Z-6.
X13. Z-10.
Z-14.
G02 X17. Z-16. R2.
G01 X19.
X25. Z-19.
N4 Z-26.
G70 P2 Q4 S120 F0.15
G00 X27.
G28 W0.
G28 U0.
M05
T0300 M09
M30
    
```

NOTAS:

LABORATORIO DE CNC

Se utiliza la literal N y un número como indicadores del principio y fin del contorno a mecanizar, para que el control localice la parte del programa en donde se encuentra, Y estas son solicitadas en las direcciones P y Q respectivamente en donde solamente se colocara el número utilizado en N.

Los números que acompañan a la literal N son de uso arbitrario, esto quiere decir que puede ser cualquiera entre 1 y 9999, siempre y cuando el segundo (Q) sea mayor que el primero (P).

El primer bloque establecido para el contorno (P) se comandara un G00 o un G01.

G71 CICLO FIJO DE DESBASTE HORIZONTAL.

FORMATO:

G71 U(pc) R(sp)

G71 P(pb) Q(ub) U(mx) W(mz) F(av) S(vl) T(hr)

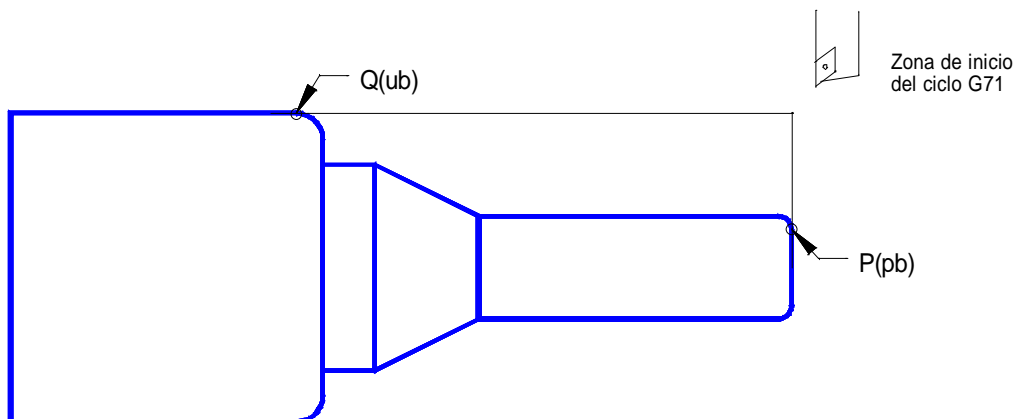
Donde:

pc:	Profundidad de corte de cada pasada. Valor radial.
sp	Separación de la herramienta para el retroceso.
pb	Primer bloque de la secuencia establecida para el contorno.
ub	Ultimo bloque de la secuencia establecida para el contorno.
mx	Material excedente para el acabado en el eje X.
mz	Material excedente para el acabado en el eje Z.
av	Avance de corte.
vl	Velocidad del husillo.
hr	No. de herramienta y compensador.

Las funciones F(av), S(vl), y T(hr) pueden ser no programadas durante el ciclo "G71", siendo operacionales los especificados en los parámetros preparatorios, sin embargo si son incluidas en G71 los usados en los parámetros preparatorios no son operacionales durante la ejecución del ciclo.

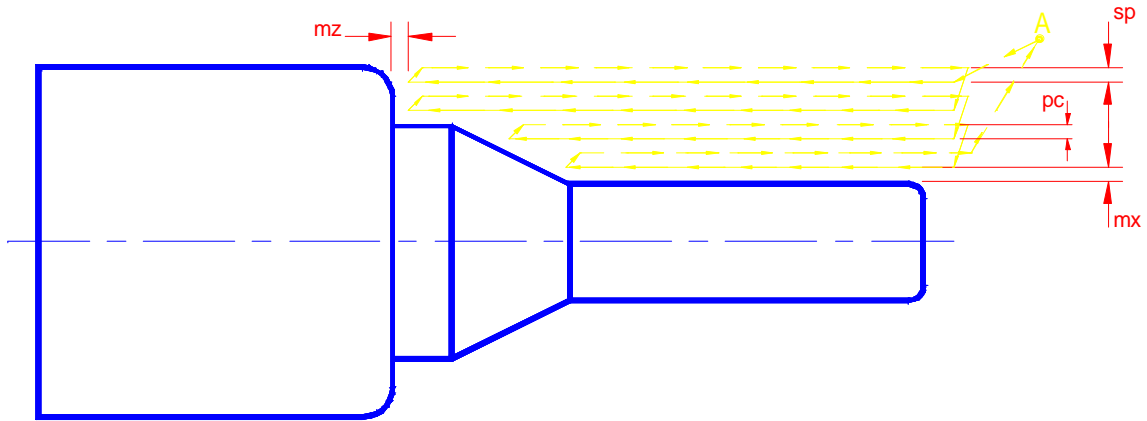
Notas:

- 1). pb: Primer bloque de la secuencia programada que indica el perfil a torneear. Este debe contener G00 o G01. De no ser así, la pantalla del CNC nos muestra la alarma No. 65.
- 2). El punto en donde deberá de posicionarse la herramienta de corte para el inicio del ciclo G71, deberá de ser fuera de la intersección horizontal y vertical de los puntos P(pb) y Q(ub) como se muestra en el dibujo siguiente.



LABORATORIO DE CNC

El ciclo "G71" se ejecuta con la siguiente secuencia de movimientos:

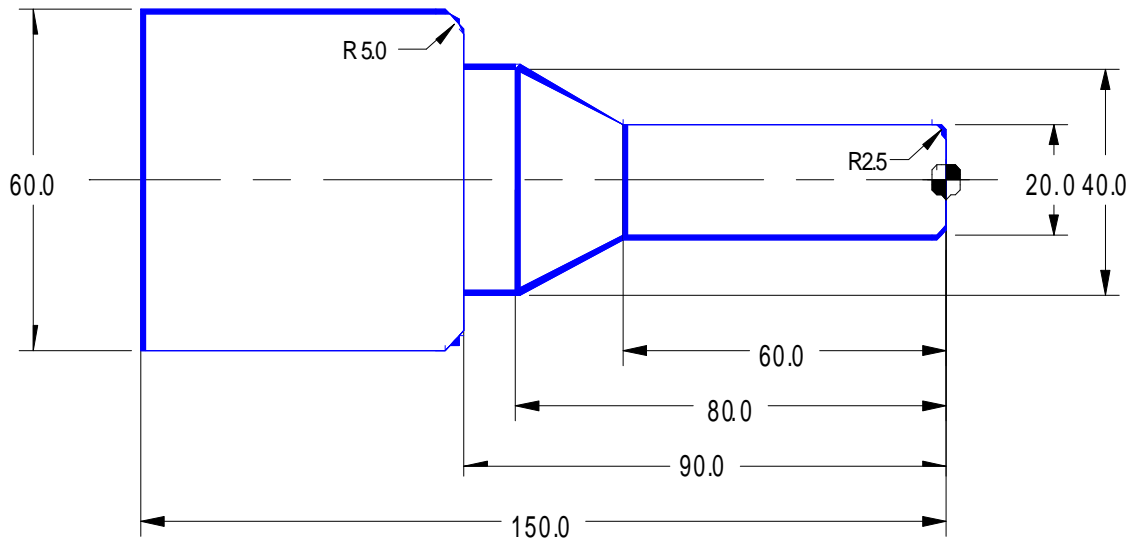


Desde el punto "A" se inicia el recorrido en la dirección de las flechas con una profundidad de corte en cada pasada especificada en $U(pc)$, Una separación de la herramienta $R(sp)$, dejando un excedente de material para el acabado establecido en $U(mx)$ y $W(mz)$ retornando de nuevo al punto "A" para finalizar el ciclo.

Nota:

_____ MOVIMIENTO DE CORTE
_____ MOVIMIENTO RÁPIDO

EJEMPLO:



programación en absoluto

Cotas: mm

G50 S1500

G96 S250 M04

G00 T0101 M08

G00 X65.

Z0.

G01 X0. F0.2

G00 Z1.

X65.

G71 U2. R1.5

G71 P10 Q20 U0.3 W0.2

N10 G01 X15. F0.15

Z0.

G03 X20. Z-2.5 R2.5

Z-60.

X40. Z-80.

Z-90.

X50.

N20 G03 X60. Z-95. R5.

G70 P1 Q2

G01 Z-150.

G00 X65.

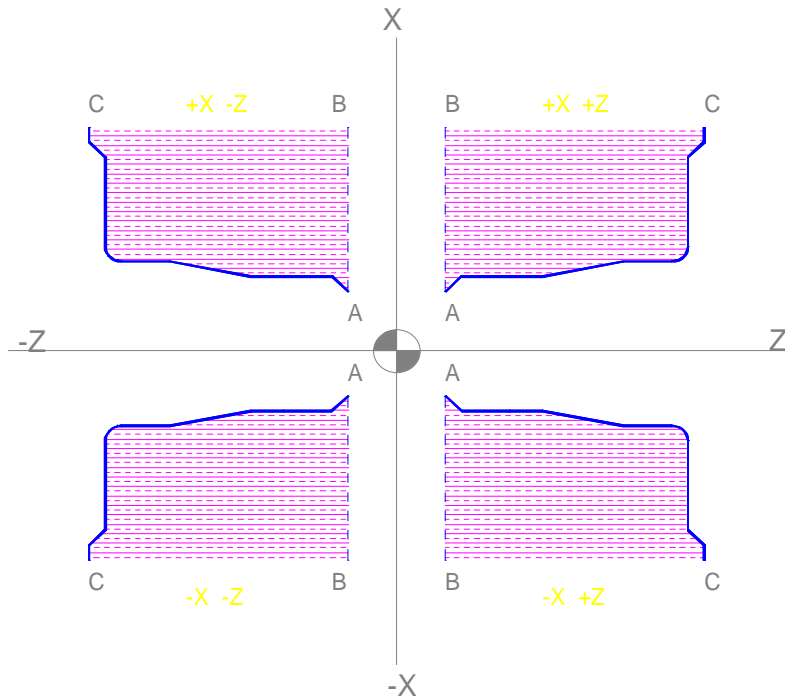
G28 W0.

G28 U0.

T0100

M30.

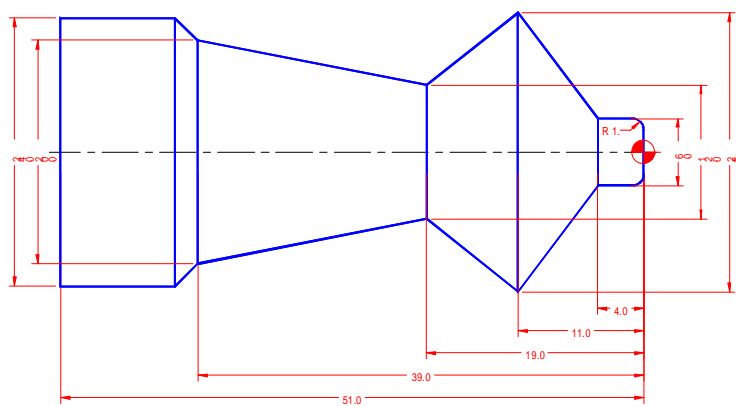
LABORATORIO DE CNC



Las cuatro opciones de mecanizado representadas arriba son operables con el ciclo G71. Todos estos recorridos se hacen paralelamente al eje de las Z y los signos de X(U) y Z(W) son los que se indican.

Todas la interpolaciones lineales como las circulares son posibles con G71.

No se recomienda este ciclo para piezas en donde existan diámetros menores que en los extremos, como lo muestra el siguiente dibujo.



COTAS: mm

G72 CICLO FIJO DE DESBASTE VERTICAL.

FORMATO:

G72 W(pc) R(sp)

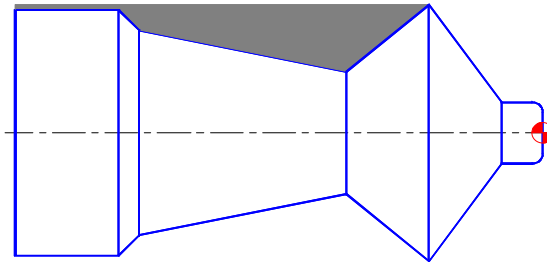
G72 P(pb) Q(ub) U(mx) W(mz) F(av) S(vl) T(hr)

Donde:

pc:	Profundidad de corte de cada pasada, en el eje Z.
sp	Separación de la herramienta para el retroceso.
pb	Primer bloque de la secuencia establecida para el contorno.
ub	Ultimo bloque de la secuencia establecida para el contorno.
mx	Material excedente para el acabado en el eje X, (valor radial).
mz	Material excedente para el acabado en el eje Z.
av	Avance de corte.
vl	Velocidad del husillo.
hr	No. de herramienta y compensador.

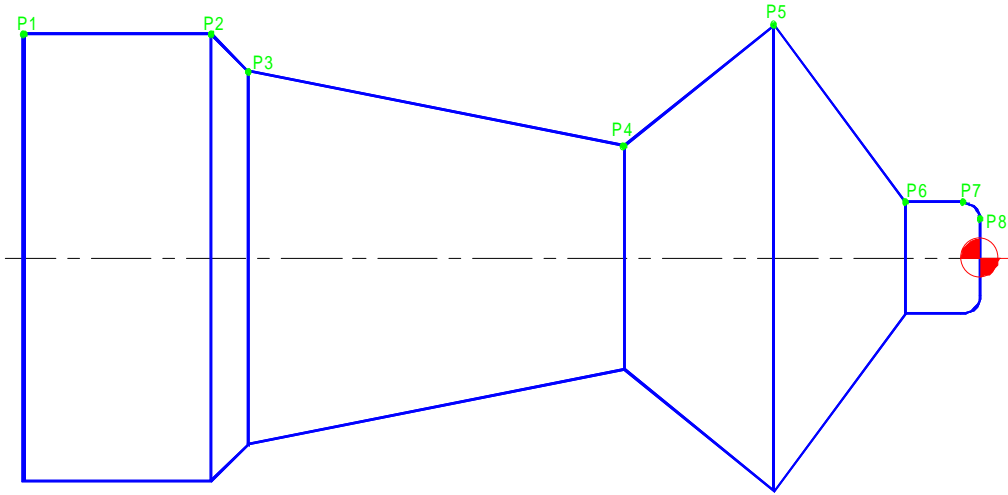
Las palabras F(av), S(vl), y T(hr) pueden ser no programadas durante el ciclo G72 siendo operacionales los especificados en los parámetros preparatorios, sin embargo si son incluidas en G72 los especificados en los parámetros preparatorios no son operacionales durante la ejecución del ciclo.

La característica principal de este ciclo es que realiza desbastes de piezas que cuentan con diferencia de diámetros menores en zonas intermedias de la pieza, como se muestra en el dibujo.

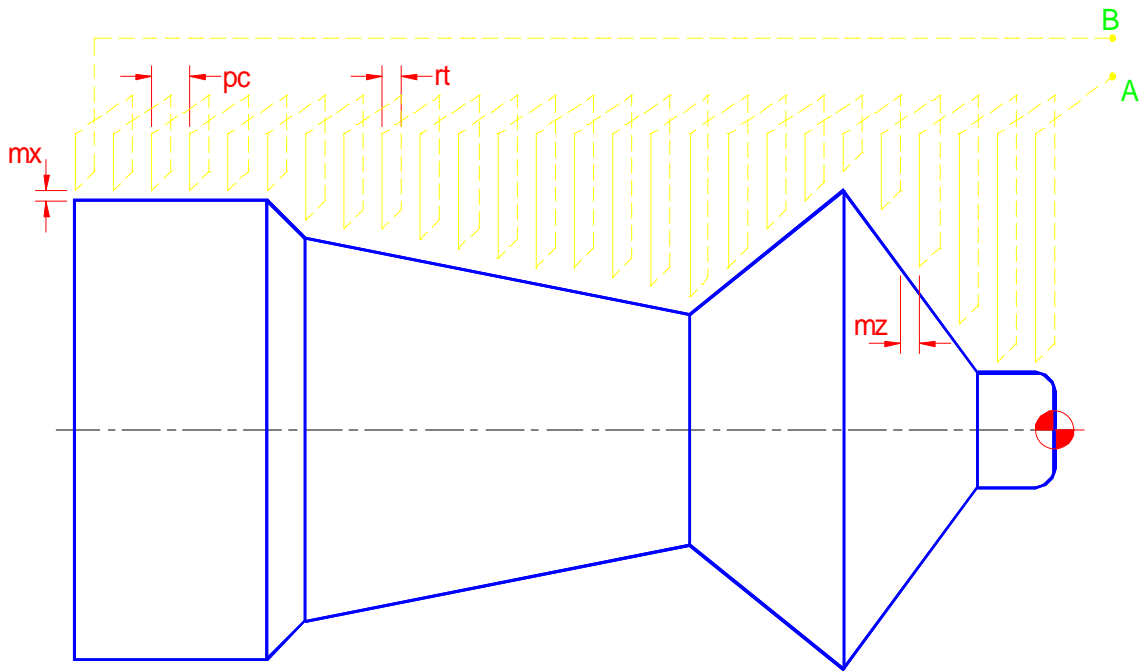


Para la aplicación del ciclo G72 el procedimiento de programación difiere un poco con respecto al ciclo G71, esta diferencia consiste en que el contorno se establece en sentido inverso al realizado en el ciclo G71 o sea, el programa se inicia desde el final del contorno hasta el punto marcado como cero pieza, como lo indica el dibujo siguiente:

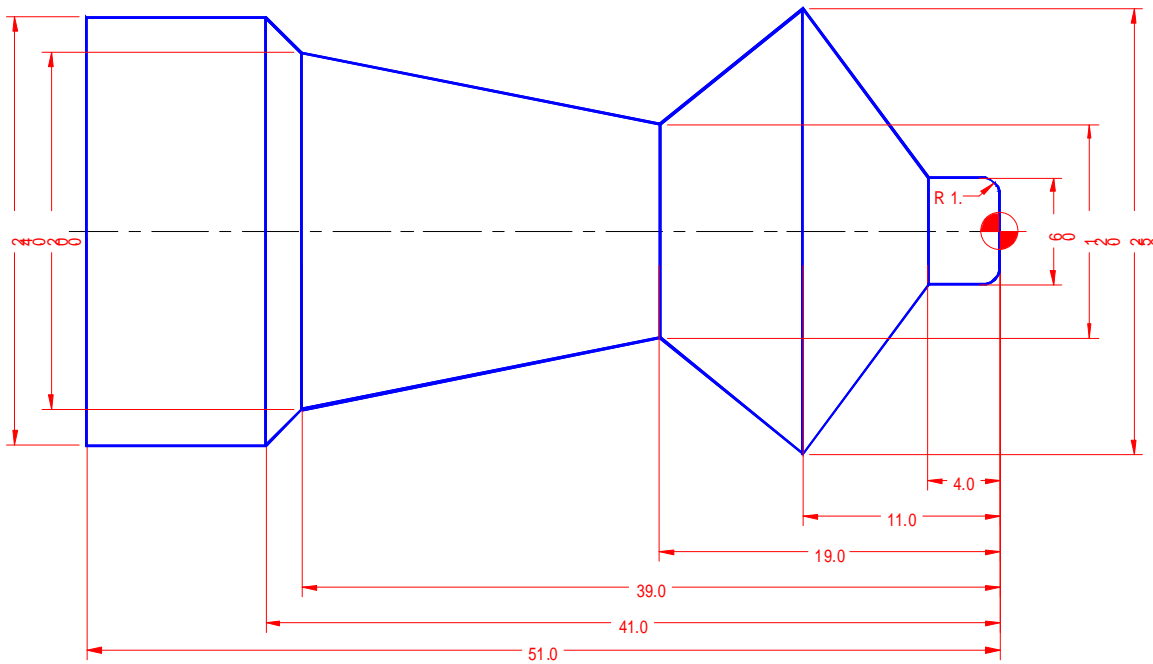
LABORATORIO DE CNC



Especificando el contorno como se indica, el desbaste es realizado a partir del punto "A" siguiendo la trayectoria de las líneas hasta el punto "B".



Ejemplo:



COTAS: mm

G50 S2000
 G96 S100 M04
 G00 T0101
 X26. M08
 Z0.
 G01 X0. F0.1
 G00 Z1.
 X26.
G72 W1.5 R1.
G72 P5 Q10 U0.35 W0.25
 N5 G00 Z-51.
 G01 X24.
 Z-41.

X20. Z-39.
 X12. Z-19.
 X25. Z-11.
 X6. Z-4.
 Z-1.
 N10 G02 X4. Z0. R1.
 G70 P5 Q10 S120 F0.05
 G00 X28. M09
 G28 W0.
 G28 U0.
 M05
 T0100
 M30

CICLO DE BARRENADO "G74"

FORMATO:

G74 R(rt)

G74 Z (cz) Q(iz) F(av)

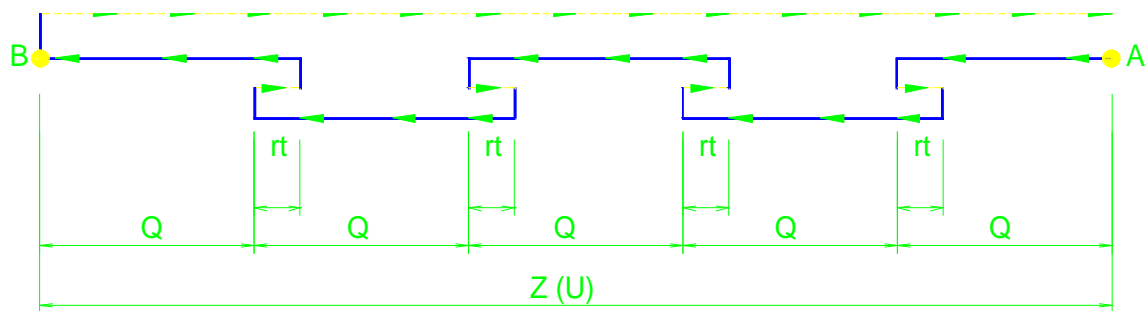
Donde:

rt Retracción para desahogo

cz Profundidad y dirección del barreno

iz Valor del incremento en el eje Z (valor en micras y sin signo)

av Avance.



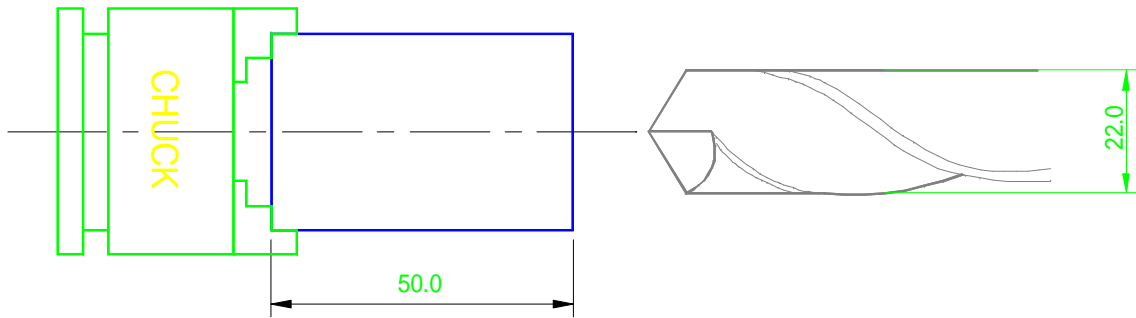
El ciclo de barrenado "G74" se ejecuta a partir del punto "A" con una serie de incrementos igual al valor programado en "Q" y una retracción "rt", repitiendo esta secuencia hasta el punto "B" que corresponde a la profundidad programada en Z (U).

NOTAS:

El valor de R(rt) no debe de ser mayor que el de Q(iz).

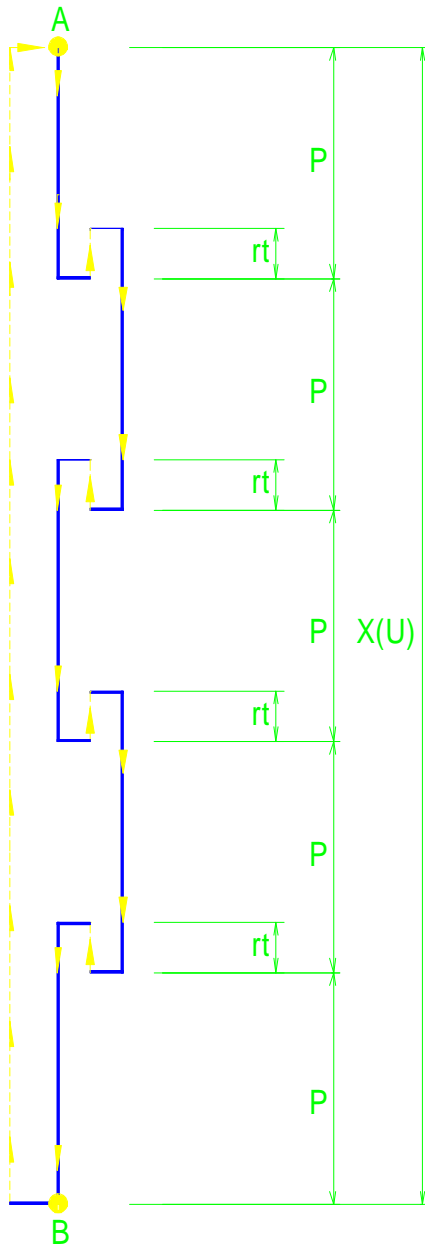
EJEMPLO:

Barrenar la siguiente pieza de un material de latón a una profundidad de 40.0 mm con una broca de 22.0 mm de diámetro.



```
G97 S1446 M03
G00 T0101
G00 X0.
Z2.
G74 R2.
G74 Z-40. Q5000 F0.1
G00 Z5.
M05
T0100
G28 W0.
G28 U0.
M30
```


CICLO DE RANURADO (G75)



Este es una variante del ciclo de barrenado "G74" pues lo ejecuta en forma similar, solamente que el ataque es en un movimiento vertical con el código "G75". Este ciclo también se puede utilizar para el tronzado de la pieza.

FORMATO:

G75 R(rt)
G75 X(cx) P(ix) F(av)

Donde:

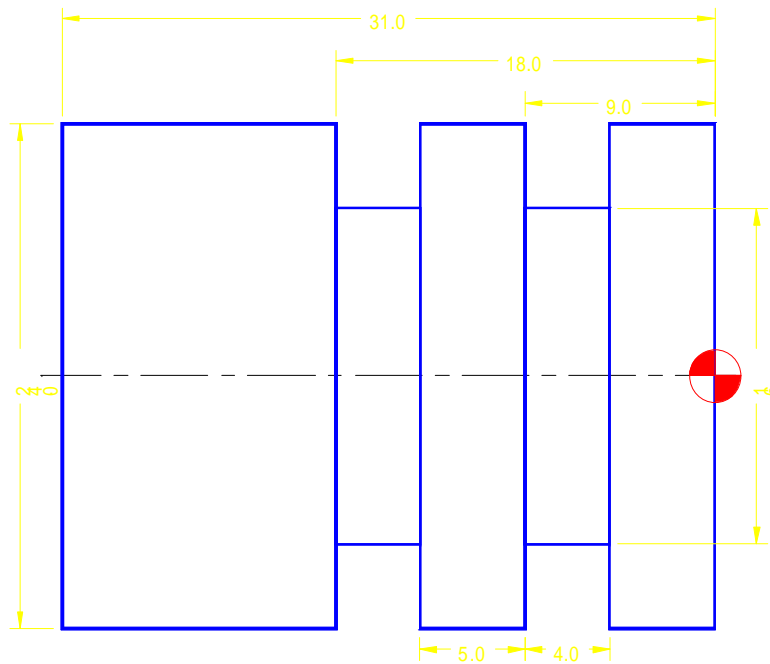
- rt Retracción de la hta.
- cx Profundidad de la ranura.
- ix Valor del incremento en X
- av Avance.

NOTAS:

El valor de R(rt) no debe de ser mayor que el de P(ix).

LABORATORIO DE CNC

EJEMPLO:



```
G50 S2000  
G96 S120 M03  
G00 T0202  
X26.  
Z-9.  
G75 R2.  
G75 X16. P3000 F0.1  
Z-18.  
G75 R2.  
G75 X16. P3000 F0.1  
Z-35.  
G75 R2.  
G75 X0. P3000 F0.1  
G00 Z5.  
M05  
G28 W0.  
G28 U0.  
T0200  
M30
```

G76 CICLO DE ROSCADO DE MULTIPLES PASADAS

Este ciclo nos sirve para el mecanizado de roscas rectas y roscas cónicas, su programación requiere de dos bloques, su sintaxis es la siguiente.

FORMATO:

G76 P(n) (r) (a) Q(id) R(m)
G76 X/U__ Z/W__ R(i) P(k) Q(c) F(f)

Donde para primer bloque:

n	Numero de pasadas de acabado.
r	Distancia del chaflán de salida.
a	Ángulo de la punta de la herramienta.
id	Profundidad de la primera pasada.
m	Excedente para la pasada de acabado.

Donde para el segundo bloque:

X/U	Posicionamiento final en el eje "X" o diámetro menor de la rosca.
Z/W	Longitud de rosca.
i	Diferencia de radios de la rosca (para roscas cónicas). Si i=0, se ejecuta una rosca cilíndrica normal.
k	Altura del hilo de la rosca (valor en radio).
c	Valor del primer corte (valor radial y positivo).
f	Paso de la rosca .

Para el primer bloque.

n, **r** y **a** son especificaciones simultaneas en la dirección **P**.

n: Numero de pasadas de acabado (01 a 99).

r: Distancia del chaflán de salida. Este valor puede ser establecido desde 0.0 a 9.9 en incrementos de 0.1 (numero de dos cifras de 00 a 99).

a: Angulo de la punta de la herramienta. Seis tipos de ángulos, 80°, 60°, 55°, 30°, 29° y 0° pueden ser seleccionados y especificados con un número de dos cifras.

Ejemplo: Cuando **n = 2**, **r = 1.2** y **a = 60°**

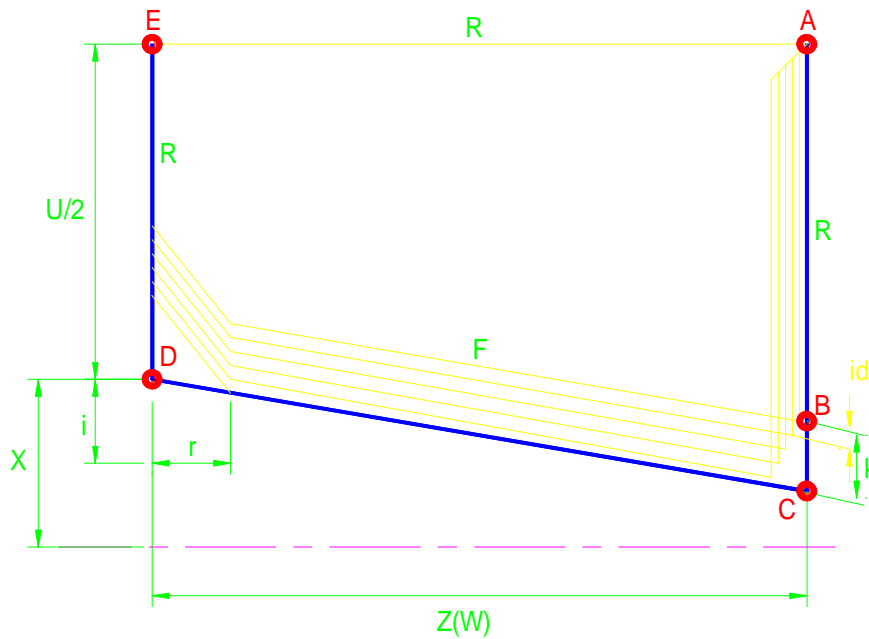
Se indicará: **P021260** (02 por n 2, 12 por 1.2 y 60 por 60°)

LABORATORIO DE CNC

id: Profundidad de la primera pasada, su valor es radial y se establece para realizar la primera pasada del corte de desbaste.

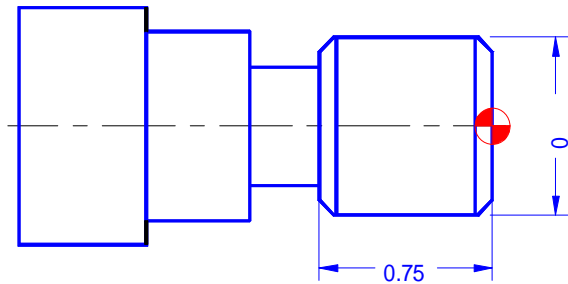
m: Material excedente para el acabado, y este es removido de acuerdo a la cantidad de pasadas de acabado programadas en el parámetro **n**.

Para el segundo bloque:



Ejemplo 1:

Rosca de 3/4" de 16 hilos UNF



```

G99 G20
G00 T0101
G97 S500 M04
G00 X70. Z5. M08
G76 P020160 Q0.025 R0.005
G76 X0.669 Z-0.8 P0.0405 Q0.012
F0.0625
G00 Z0.5 M09
G28 U0. W0.
T0100 M05
M30
    
```

LABORATORIO DE CNC

Ejemplo 2: COTAS: pulg.

G54
T0101
G97 S500 M04
G00 X0.8 Z0.1 M08
G76 P030060 Q0.05 R0.005
G76 X0.6074 Z-0.85 R0019 P0463
Q0250 F0.0714
G00 Z0.1 M05
G28 W0. M09
G28 U0.
T0100
M30

NOTAS:

El código F especifica el avance para el roscado. Es siempre buena practica de programación especificar un G99 (Avance por revolución) antes de un ciclo de roscado.

GLOSARIO

ABSOLUTO

Relativo a programación, medida, acotación. Todos los desplazamientos vienen dados respecto a un origen dado que será punto de referencia de todas las coordenadas

ACCIONADORES

Elementos que permiten transmitir a la pieza (o herramienta) una velocidad de desplazamiento

ARMARIO ELECTRÓNICO

Designa la parte "electrónica" de una MHCN

AVANCE DE CORTE

Es el movimiento axial y/o radial de la herramienta por cada revolución de la pieza de trabajo y nos determina también el acabado superficial. Los avances se pueden medir en unidad de tiempo. Los avances se especifican en pulg/rev. o mm/rev.

BIT

Binary Digit. (Dígito Binario)

Unidad mínima de información. Puede tener dos estados "0" o "1".

BAUDIO

Unidad de medida. Número de cambios de estado de una señal por segundo. Aplicándose para la transferencia de información entre una computadora y otro aparato de comunicación.

BLOQUE CN

Conjunto de informaciones que constituyen un elemento de programación

BUCLE

Proceso o sistema que utiliza una parte de las informaciones de salida como información de entrada a fin de corregir y controlar la ejecución de alguna actividad máquina.

CALCULADOR

Computador, ordenador.

Parte del sistema de programación del control que efectúa los cálculos de trayectorias, correcciones, etc. (círculos, pendiente).

CAPTADOR

Elemento que genera una señal en forma de magnitud física (generalmente eléctrica) al producirse un cambio en la dirección del movimiento de los ejes de una MHCN.

CICLO ENLATADO

Macro que sirve para simplificar programas de mecanizado de CNC. Existen ciclos enlatados para diferentes rutinas como, desbaste, contorneado, barrenado roscado etc.

CICLO FIJO DE TRABAJO

Ver ciclo enlatado.

COMPILADOR

Aplicación software de servicio que permite realizar la traducción del código de un programa (conocido como fuente) a otro distinto. Se emplea en la obtención de códigos de programación sencillos y de proceso rápido (códigos máquina).

CONTORNEADO

Modo operativo que permite la ejecución del contorno de las piezas por sincronización de desplazamientos de los ejes afectados tanto en velocidad como posición (tal es el caso de las interpolaciones lineales y circulares).

CONVERSOR

Elemento que traduce una señal o información de entrada a otra de salida de características diferente.

COORDENADAS

Valores que determinan la posición de un punto respecto a un triedro de referencia (X, Y y Z).

DESPLAZAMIENTO ORIGEN

Información suministrada al ordenador que le permite tener en cuenta la diferencia entre el origen del programa y el real (en X, Y y Z).

DIRECCIÓN

Valor numérico o alfanumérico que designa un elemento de información. Se emplea una palabra o una letra (inicial) que indica su categoría.

DIRECTOR DE CONTROL

Ordenador de control de la máquina herramienta.

ENSAMBLADOR

Aplicación software de servicio que permite el montaje de varios programas compilados generando uno más complejo de cara a su ejecución directa posterior.

FORMATO

Estructura que caracteriza la presentación de instrucciones admitidas por el ordenador de control de la MHCN.

GAMA DE FABRICACIÓN

También conocida como hoja de proceso. Secuencia lógica de fases, sub-fases y operaciones de fabricación de una pieza.

HARDWARE

INCREMENTO

El menor valor que se suma sistemáticamente a una variable. Desplazamiento mínimo.

INICIALIZACIÓN

Conjunto de operaciones preliminares a la puesta en marcha de un sistema informático. En una MHCN, la puesta a cero del calculador.

INTERPOLACIÓN

Desplazamiento en coordenadas determinado por el calculador para trayectorias circulares u oblicuas (desplazamientos conjugados de varios ejes).

INTERPRETE

Programa que efectúa la interpretación línea a línea de un programa no compilado o programa fuente.

INTERFAZ

Órgano situado entre el director de control y la máquina herramienta que transforma las señales de control en señales de potencia.

ISOSTATISMO

Teoría que define la posición relativa de una pieza (supuesta móvil) respecto a un triedro de referencia (supuesto fijo) definiendo seis condiciones de libertad:

2. Tres de traslación sobre los ejes OX, OY y OZ.

3. Tres de rotación alrededor de los ejes OX, OY y OZ.

La inmovilización de una pieza (a fabricar) será "isostática" cuando se suprimen los seis grados de libertad.

LISTADO

Documento mecanografiado o transcrito mediante impresora que contiene el programa de la pieza a fabricar.

MACRO

El término implica sustitución, y se refiere a una cantidad de distancias técnicas:

(1) En programas de aplicación, una pequeña rutina, escritura, que automatiza operaciones normalmente activadas seleccionando menús o introduciendo una orden cada vez. Los lenguajes de macros pueden incluir controles de programación comunes, como IF THEN, GOTO y DO WHILE. Para ejecutarlo, al macro se le asigna un comando de tecla que es sustituido por el macro cuando la tecla es presionada.

(2) En lenguajes ensambladores, una subrutina prescrita que es llamada en varios lugares del programa. En el momento de ensamblar, las llamadas al macro son sustituidas ya sea por la subrutina completa o por una serie de instrucciones que derivan a la subrutina. El equivalente en lenguajes de alto nivel se llama función.

(3) En el lenguaje de programación dBASE, una variable que hace referencia a otra variable que realmente contiene el dato. En el momento de ejecución, la variable macro es sustituida por la variable del dato.

MANDRINADO.

La diferencia con el proceso de torneado, es que existe la condición de que la geometría de la pieza sea tubular, esto es, que su núcleo o diámetro interior sea la zona donde se realice el proceso de maquinado, en lugar de la superficie exterior del mismo. Las características de esta operación, modifican sensiblemente el tipo de porta herramientas y herramientas que se utilizan para este trabajo.

MEMORIA RESIDENTE

Dispositivo digital que permite conservar y restituir las informaciones destinadas a ser tratadas por el calculador.

MEMORIZACIÓN

Operación consistente en almacenar informaciones en una memoria.

MÉTODO DE CONTROL

En CN es el sistema que se encarga de interpretar y ejecutar las ordenes contenidas en un programa, pudiendo ser este impreso en cinta requiriendo de una unidad lectora de cinta. o guardado por medios digitales mediante una computadora.

MODAL

Código presente en memoria de la computadora durante la ejecución de un programa.

ORIGEN MEDIDA

También conocido como, origen de máquina y cero de máquina.

Es el origen del sistema de medida definido por el constructor en la máquina.

ORIGEN PIEZA

Es el posicionamiento, en (2 ó 3) ejes, de la pieza respecto al origen de programa.

ORIGEN PROGRAMA

Punto de origen del triedro de referencia que permite la programación de una pieza

ORIGEN TORRETA

Es el punto de referencia de la posición del centro de la torreta respecto al origen del programa.

OPCIONAL

Código programado. Activo cuando el operador lo solicita por una intervención manual en el teclado.

ORIGEN

Cambio que permite un desplazamiento del origen de programación respecto al origen del programa inicial

PALABRA

Elemento de información de base constituido por una dirección (una letra). Seguida de un signo y de un número.

PARÁMETRO

Variable de tipo conocido cuyo valor, dirección o nombre, se precisa en la ejecución.

PARÁMETROS PREPARATORIOS.

Son todos aquellos códigos G y códigos Misceláneos que establecen las condiciones de trabajo, tales como la velocidad y encendido del chuck, avance, encendido de soluble, etc.

Ejemplo:

G50 S1500

G96 S200 M03

G00 T0101 M08

PARAXIAL

Control numérico que permite programar trayectorias paralelas a cada uno de los ejes de desplazamiento

PERIFÉRICO

Dispositivo exterior a la unidad de tratamiento necesario para la ejecución: lectora, perforadora de cinta, teletipo, pantalla gráfica, etc.

PROGRAMA

Algoritmo destinado a una máquina dada y escrito en un lenguaje de programación reconocible por ella. En una MHCN, conjunto de bloques necesarios para la mecanización de una pieza.

PROGRAMACIÓN

Conjunto de actividades orientadas a la concepción, realización, puesta a punto y mantenimiento de programas

PROGRAMACION INCREMENTAL

Relativo a captadores:

Elemento que transmite impulsos incrementales, transformados en señales de salida.

Respecto a programación:

Todos los desplazamientos vienen dados respecto a la posición ocupada anteriormente. También se conoce como programación relativa.

REGLETA INDUCTOSIN

Dispositivo de medida cuyo principio de funcionamiento es comparable al del resolver

RELATIVO

En relación a programación, medida, acotación:

Todos los desplazamientos vienen dados respecto a la posición ocupada anteriormente.

REPETICIÓN

En programación:

La posibilidad de repetir varias veces la misma instrucción o serie de instrucciones.

RESOLVER

Dispositivo de medida constituido por dos bobinados fijos (estator), dispuestos perpendicularmente y de otro móvil (rotor)

SALTO DE BLOQUE

En programación, posibilidad de volver a llamar, en base a una nueva ejecución, a un bloque o serie de bloques.

SENTIDO ANTI-TRIGONOMÉTRICO

Sentido de giro de las agujas de un reloj (sentido horario).

SENTIDO TRIGONOMÉTRICO

Sentido contrario al de las agujas del reloj (sentido anti-horario)

SERVOMECANISMO

Regulación de procesos cuyo principio consiste en mantener el valor de una magnitud física respecto a un valor de referencia. Esta regulación se hace midiendo continuamente o a intervalos regulares el valor de las magnitudes medida y fijada.

SISTEMA DE PROGRAMACIÓN

En CN se aplica al tipo de lenguaje que se utiliza y las reglas que se requieren en la estructura de un programa de CN.

SOFTWARE

SUBPROGRAMA

Serie ordenada de instrucciones ejecutables a partir de cualquier punto de un programa (ver Aplicaciones industriales).

TECLADO

En el panel de control, parte donde se encuentra el conjunto de pulsadores que permiten evitar introducir manualmente las informaciones al calculador.

TEMPORIZADOR

Acción que permite equipar un dispositivo, en un instante dado, activando una acción o serie de acciones programadas al final de un tiempo. determinado.

TORNEADO

Nombre dado al proceso en que una máquina hace rotar una pieza de geometría normalmente cilíndrica, a la que sujeta por sus extremos para hacerla girar (rotar) en una cantidad de ciclos prefijados, medibles en un lapso de tiempo de un minuto, a fin de modificar tanto su geometría original, como la calidad de superficie.

Esta condición de modificar geometría y calidad de la superficie, se produce al remover el material de la pieza, con una herramienta cuyo material de manufactura es de mayor rigidez, lo que le permite penetrar en la superficie en una o varias etapas, a fin de obtener las medidas y calidades requeridas en el diseño.

TRIEDRO

Figura formada por tres planos que se cortan dos a dos.

TRIEDRO RECTÁNGULO:

Los tres planos se cortan en ángulo recto dando origen a los ejes OX, OY y OZ.

VELOCIDAD DE CORTE

La velocidad de corte, es la rapidez que lleva la pieza al pasar por el filo de corte o se conoce también como la velocidad periférico a la que gira el material.

SIGLAS CN

BIT: Contracción de Binary Digit (en base 2: 0 ó 1).

CAN: Conversor analógico a numérico.

CNA: Conversor numérico a analógico.

CNC Control numérico por computador.

EIA: Electronic industrie association.

EPROM: Electric programmable read only memory.

IMD: Introducción manual de datos.

ISO: International standards organization.

IT: Intervalo de tolerancia.

JOG: Control numérico de ejes permitiendo un desplazamiento por saltos programados.

MH: Máquina herramienta.

MHCN: Máquina herramienta de control numérico.

MHT: Máquina herramienta tradicional.

OM: Origen de medida.

OP: Origen de programa.

OT: Origen de torreta.

PO: Origen de pieza.

PROM: Programmable read only memory.

RAM: Memoria de lectura y escritura. En ella puede grabarse, leer o modificar su contenido.

ROM: Memoria de sólo lectura. Contiene los programas del director de control.

TOM: Toma de orígenes de medida.

FORMULARIO

Para calcular la altura de la rosca de 60°

**Rosca de 60° Nacional Americana:
Metrica:**

$$h = 0.64952 \times P$$

Rosca de 60°

$$h = 0.6134 \times P$$