

Tema 52

PROGRAMACIÓN MANUAL DE MAQUINAS-HERRAMIENTA CON CONTROL NUMÉRICO.

Información de entrada en MHCN.

Un sistema de MHCN se compone de tres elementos principales: la máquina herramienta, el control numérico y la información.

La información que debe de darse necesariamente al control numérico, describe para cada pieza a mecanizar, el modo de operación de la máquina-herramienta así como del control, pudiendo distinguir según el tipo de información introducida entre información geométrica e información tecnológica.

Por información geométrica se entiende aquella que define datos y condiciones de operación referentes directa o indirectamente a la geometría de la pieza y de la herramienta.

La información tecnológica recoge los datos relacionados con las condiciones de mecanizado, los materiales, el modo de operación de la máquina-herramienta, etc. En definitiva, todos aquellos que no tienen que ver con la geometría de la pieza.

	Dimensiones de la pieza
	Acabado superficial
	Tolerancias
Geométrica	Dimensiones de la herramienta
	Longitud de las carreras
información	
	Velocidad de avance
	Velocidad de rotación
	Características del material de la pieza
Tecnológica	Características de refrigerante
	Modo de funcionamiento de la MH

La elaboración de esta información para cada pieza y su traducción particular de cada MHCN, se denomina programación.

Fases de la programación de MHCN.

Para la realización de un programa, es necesario conocer o establecer los siguientes puntos:

- a) Características y capacidad de la máquina-herramienta: Potencia, velocidades, esfuerzos admisibles, zona de trabajo, carreras, puntos de origen y de referencia, etc.
- b) Características y prestaciones del control numérico: tipo de control, formato de bloque, funciones codificadas y su modo de actuación, etc.
- c) La pieza: dimensiones antes y después del mecanizado, número de piezas a realizar, situación y tipos de mecanizados, etc.
- d) Herramientas y utillaje disponible en el taller así como sus condiciones de utilización y dimensiones.

A la vista de estos datos y con objeto de escribir el programa correspondiente a la pieza de que se trate, se procede de la siguiente manera;

1) Definir el orden cronológico de las fases de la operación así como la situación de éstas en la pieza, realizando si es necesario, un croquis con la situación de los puntos y superficies de trabajo.

Aunque para piezas sencillas se puede prescindir de esta tarea, no siempre es recomendable ya que con ello se aumenta el riesgo de errores de programación.

2) Determinar las herramientas y utillaje necesarios y sus condiciones de trabajo. Para ello, el programador suele disponer de un fichero, conteniendo en cada ficha, las características geométricas y de uso de cada una de las herramientas del taller aplicables a la MHCN.

En la hoja de herramientas que se prepara para la programación de una pieza, se apuntan los códigos de taller y de programa de éstas, así como sus dimensiones y condiciones de trabajo.

3) Calcular las coordenadas de los puntos que definen las trayectorias de la herramienta tanto si estas corresponden a desplazamientos en vacío como si no. Para ello y previamente se ha definido el modo de sujeción de la pieza y su origen de programa.

Como se podrá observar; algunos de los puntos que definen las trayectorias de la herramienta se corresponden con los puntos o superficies a mecanizar, en cambio otros deben ser fijados por el programador en función del modo de operar, de la disposición del utillaje y de las dimensiones de la herramienta.

Por otro lado y con objeto de reducir los tiempos de operación, se debe perseguir, aunque sólo sea de forma aproximada, disminuir:

- a) El número de trayectorias de la herramienta
- b) La longitud de estas trayectorias.
- c) Los cambios de herramienta.
- d) El número de herramientas. etc.

Una elección conveniente del origen de programa permite reducir y simplificar los cálculos de las trayectorias y por lo tanto disminuir la posibilidad de errores en la programación.

4) Escribir el programa. En esta fase se trata de describir por medio de un convenio de códigos y signos y según la información elaborada hasta aquí, el modo de operar de la máquina en el mecanizado de la pieza. En general esta escritura se hace sobre hojas especiales con el fin de ir rellenando únicamente los datos de las operaciones que en cada momento interesa.

Es interesante insistir en la conveniencia de establecer una pauta fija a seguir en la programación de una MHCN y de elaborar las correspondientes hojas de programación con objeto de facilitar esta tarea y evitar errores.

La importancia de este punto se pone de manifiesto en el hecho de que los errores de programación se manifiestan sobre la máquina, es decir cuando la máquina está mecanizando las piezas lo que obliga a una detención de la operación de mecanizado y en algunos casos al cambio de la serie a fabricar, con las correspondientes pérdidas de tiempo y perturbaciones en la organización de la producción.

Composición de un programa para MHCN.

El contenido del programa refleja cronológicamente las operaciones de mecanizado que la máquina va a realizar para una pieza determinada.

La unidad de información de un programa, se denomina bloque, por lo tanto, un programa se compone de bloques. Cada bloque describe una operación elemental que es función de las prestaciones de la máquina y del control, así, por ejemplo, una operación elemental para una MHCN puede ser un cambio de herramienta, mientras que para otra, este mismo cambio comprende además el desplazamiento en vacío desde una posición cualquiera de la zona de trabajo hasta el punto de cambio de herramienta y posterior posicionamiento en el punto que se desee.

Todas las posibles actuaciones que la máquina-herramienta y el control pueden realizar, se refieren a algunas de las siguientes acciones:

- a) Posicionamientos de herramienta y de la pieza
- b) Cambios de herramientas
- c) Establecimiento de las velocidades de avance y de rotación.
- d) Selección del modo de funcionamiento y de operación de la máquina-herramienta y del control.

Desde el punto de vista de la programación, estas acciones se denominan funciones y su identificación se realiza mediante caracteres alfabéticos. A estos caracteres se les denomina también dirección.

El valor que toma la función se representa numéricamente a continuación de su dirección, ya sea en forma directa o codificada.

Al conjunto de caracteres alfanuméricos que definen una función, se le llama palabra y de esta forma, un bloque se compone de palabras.

Definición de funciones.

La asignación de caracteres para la identificación de funciones así como su modo de utilización, ha sido objeto de numerosas normas de distintos organismos que buscaban establecer las bases para posibilitar la intercambiabilidad de programas entre distintas MHCN.

Las normas ISO, aconsejan utilizar los siguientes caracteres alfabéticos para el direccionamiento de las funciones.

FUNCIÓN	SIGNIFICADO
A	Coordenada angular alrededor del eje X
B	Coordenada angular alrededor del eje Y
C	Coordenada angular alrededor del eje Z
D	Coordenada angular alrededor de un eje especial o tercera velocidad de avance
E	Coordenada angular alrededor de un eje especial o segunda velocidad de avance
F	Función velocidad de avance
G	Función preparatoria
D	Disponible
I	Disponible para utilizar en CN continuos
J	Disponible para utilizar en CN continuos
K	Disponible para utilizar en CN continuos
M	Función auxiliar
N	Número de bloque
O	No utilizar
P	Movimiento terciario paralelo al eje X
Q	Movimiento terciario paralelo al eje Y
R	Movimiento terciario paralelo al eje Z o desplazamiento rápido según Z
S	Función velocidad de rotación
T	Función herramienta
U	Movimiento secundario paralelo al eje X

V	Movimiento secundario paralelo al eje Y
W	Movimiento secundario paralelo al eje Z
X	Movimiento principal del eje X
Y	Movimiento principal
Z	Movimiento principal del eje Z

A la vista de la tabla y si se tiene una función de valor directo F320, quiere decir que la velocidad de avance de la herramienta es 320 unidades, mientras que si tenemos una función codificada F 28 indica que el número 28 es un código que representa el valor 320 unidades según una tabla de definición.

Programación de los movimientos de una MHCN.

Para la programación de los desplazamientos de la herramienta se designa primeramente un sistema de coordenadas en la máquina, de forma que, los desplazamientos de la herramienta se definen por los puntos coordenados a alcanzar.

El sistema de referencia elegido es un sistema ortogonal de sentido directo con los ejes paralelos a las guías principales de la máquina y ligado a la pieza de forma que el programador pueda describir los movimientos sin distinguir si la herramienta se aproxima a la pieza o la pieza a la herramienta (Norma UNE 71018).

Los movimientos lineales principales X, Y y Z se definen de acuerdo con las ideas que a continuación se exponen.

El movimiento según el eje Z es aquel que se corresponde con la dirección del eje del husillo principal, que es el que proporciona la potencia de corte. Si la máquina no posee husillo, el eje Z se tomaría según una dirección perpendicular a la superficie de sujeción de la pieza. En el caso de que existieran varios husillos, se elige uno como principal, preferentemente aquel que cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El eje del husillo permanece constantemente paralelo a uno de los tres ejes del sistema normal.

- El eje del husillo, está situado perpendicularmente a la superficie de sujeción de la pieza.

Si el eje del husillo principal puede girar alrededor de un eje perpendicular a él y la amplitud de este movimiento no le permite ocupar más de una posición paralela a uno de los ejes del sistema de coordenadas, es esta dirección, la que constituye el eje Z.

El sentido positivo para el movimiento según el eje Z incrementa la distancia entre la pieza y la herramienta.

El eje X se elige siempre que sea posible horizontal y paralelo a la superficie de sujeción de la pieza.

En las máquinas en que las piezas y herramientas no están animadas por movimientos giratorios, el eje X es paralelo a la dirección principal de corte y su sentido positivo corresponde con el sentido de corte. En las máquinas en que las piezas están animadas de movimientos de rotación, el eje X es radial y paralelo a las guías de carro transversal.

Para discernir el sentido positivo del eje X para máquinas en las que las herramientas poseen movimiento de rotación, conviene distinguir entre aquellas que tiene el eje Z horizontal o vertical. Si es horizontal, el sentido positivo del eje X está dirigido hacia la derecha, cuando se mira desde la zona de accionamiento del husillo principal hacia la pieza.

Si el eje Z es vertical, el sentido positivo del eje X está dirigido hacia la derecha para máquinas de montante único, cuando se mira desde el husillo principal hacia el montante y para las máquinas de pórtico cuando se mira desde el husillo principal hacia el montante izquierdo del pórtico.

El eje Y se elige de manera que forme con los ejes X y Z un triedro de sentido directo.

Los movimientos que definen desplazamientos angulares efectuados respectivamente alrededor de ejes paralelos a X, Y y Z. El sentido positivo se toma de forma que un tornillo a derechas girando en sentido positivo avance respectivamente según + X, +Y y + Z.

Si además de los movimientos de traslación X, Y y Z y de rotación A, B y C existen otros movimientos de traslación y/o de rotación paralelos a estos, se designan por U, V y W para los primeros y D y E para los segundos.

Las letras n, Q y R se reservan para direcciones de movimientos lineales o terciarios paralelos o no a los ejes X, Y y Z.

Programación absoluta e incremental.

Como se deduce de lo expuesto hasta aquí, el valor de los desplazamientos de la herramienta se establecen a partir de la coordenada a alcanzar, lo que se denomina programación absoluta.

Cuando los desplazamientos de la herramienta se indican por el valor de este desplazamiento, se dice que la programación es incremental.

En los controles modernos la selección de un modo u otro de programación se realiza por programa y en el momento que interese, de forma que en un mismo programa puede tenerse bloques en programación absoluta y otros en incremental. En los controles más antiguos, la selección de este modo de programación se realiza por medio del panel de control, al inicio del programa y por lo

tanto fuera de programa.

Tipos de origen de programa.

La definición del origen de referencia no sólo es necesaria para la programación de la pieza, sino que lo es también, para el sistema de medida.

Como se verá en capítulos posteriores, es frecuente que los elementos de medida necesiten la materialización de un punto de referencia que defina el cero del movimiento del móvil a lo largo de su carrera. Este punto que se materializa mediante interruptores de posición o detectores de proximidad, define el punto cero de la máquina u origen de la máquina de forma que cuando la herramienta pasa por este punto, la medida de los desplazamientos queda cotejada con esta posición.

El origen de programa como se ha comentado anteriormente, es el punto al cual se refieren los movimientos de la herramienta en la ejecución de una pieza. Si este punto coincide siempre con el origen de la máquina y el programador debe por lo tanto referir y colocar la pieza respecto a este punto, se tiene un control numérico de origen fijo. El origen fijo es propio de máquinas antiguas o sencillas, como por ejemplo en taladradoras.

Si el control numérico permite desplazar el origen de programa respecto del origen de máquina de forma que se elige aquel según conveniencia del programador, se dice que el CN tiene origen móvil.

EL origen móvil por lo tanto se define dando las coordenadas del punto elegido como origen de programa respecto del origen de máquina. Esta distancia se le denomina frecuentemente decalaje o desplazamiento del origen.

Por otro lado, existen máquinas que no tienen definido un punto cero de tal manera que la definición del origen de programa se realiza llevando la herramienta al punto deseado y validando en el control esta posición como origen de programa. La herramienta que se monta en la máquina para la toma del origen, es en general, un mandril de dimensiones conocidas. En este caso la MHCN se dice que tiene origen flotante.

Programación de velocidades.

La programación de la velocidad de avance y de rotación se realiza mediante las funciones F y S respectivamente.

El valor de estas funciones se indica de forma directa generalmente en mm/min para movimientos de avance independientes de la velocidad de rotación o en mm/rev si dependen de éste y en rev/min para la velocidad de rotación. Si el valor se da en forma codificada, se utilizan normalmente números de dos dígitos. La correspondencia entre el valor codificado y el valor real de las velocidades, se dan en el manual de programación elaborado por el fabricante de la máquina.

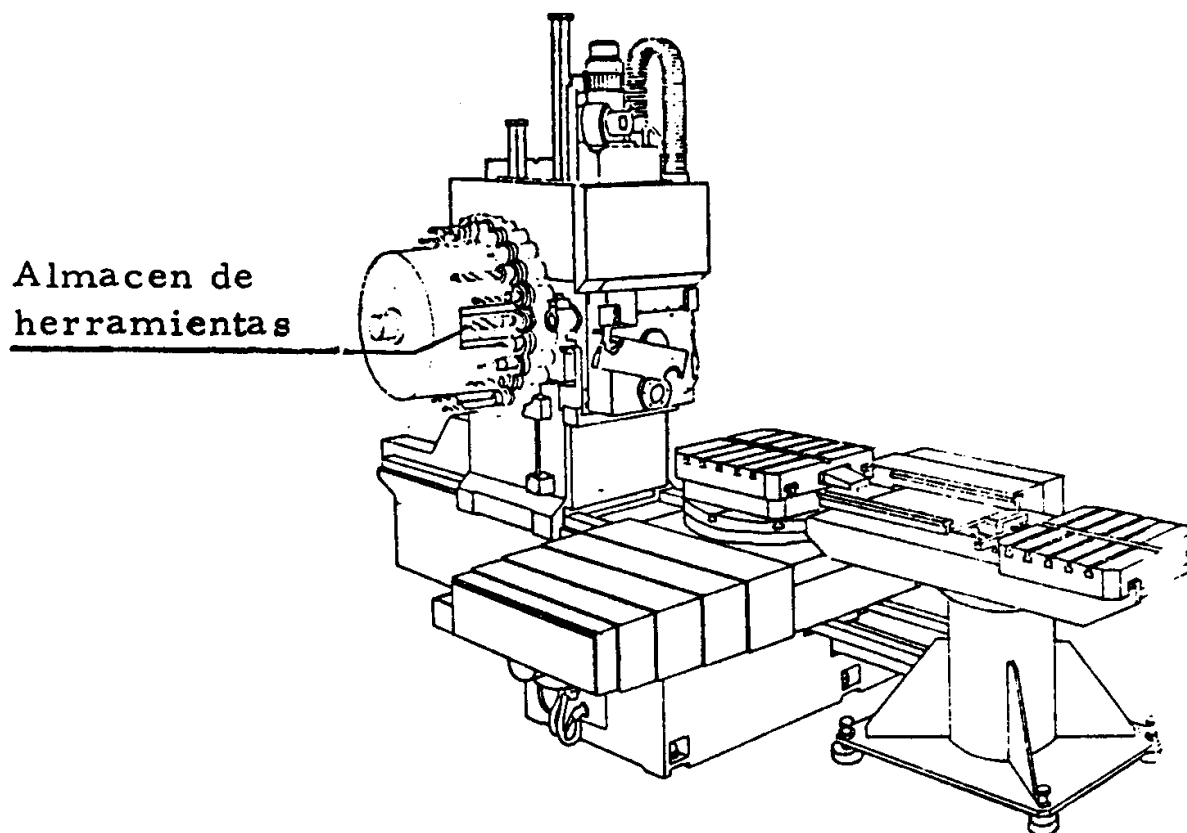
Programación de la herramienta.

Las operaciones de herramienta que se especifican en el programa son: selección de herramienta y ajuste de dimensiones.

La selección de la herramienta es una operación propia de máquinas que poseen almacén de herramientas con cambio automático o dispongan de torreta portaherramientas. La finalidad de esta operación es colocar en la posición de trabajo, la herramienta deseada en cada momento.

En las máquinas-herramienta que disponen de torretas, ésta debe girar hasta que la herramienta seleccionada alcance la posición de trabajo. Las posiciones de la torreta están numeradas de forma que, la herramienta se selecciona en base a la posición que ocupa en ella, lo que obliga al operario de la máquina a conocer la hoja de instrucciones de las herramientas para introducirlas en sus correspondientes lugares.

Normalmente, las máquinas con un número elevado de herramientas utilizan un sistema de almacén de herramientas. La identificación de éstas, en este caso, se hace directamente sobre ellas a base de colocar en su mango, discos que presionen sobre una fila de interruptores e interpretando las señales de éstos como una combinación de caracteres binarios.



La programación de la operación de colocación de herramienta o de cambio, se realiza mediante la especificación de dos funciones: la función herramienta T y la función auxiliar correspondiente como se verá a continuación.

La función herramienta T indica mediante el correspondiente número, la herramienta que se desea colocar en la posición de trabajo por ejemplo:

T 12 : herramienta 12

La función auxiliar correspondiente indica cuando debe de realizarse la operación. El interés de separar ambas acciones reside en los ahorros de tiempo que se consiguen al permitir la búsqueda de la herramienta en el almacén simultáneamente con el mecanizado de la pieza.

La segunda operación relacionada con la herramienta, es la referente al ajuste de las medidas reales de la herramienta respecto de las consideradas en la programación. Esta operación se denomina compensación o corrección de herramienta y persigue alcanzar algunos de los siguientes objetivos :

- a) Facilitar los cálculos de las trayectorias de las herramientas al considerarla sin dimensiones (radio y longitud cero) o con dimensiones simplificadas.
- b) Posibilitar la corrección del desgaste sufrido por la herramienta durante el mecanizado.
- c) Facilitar la obtención de las dimensiones de la pieza dentro de su campo de tolerancias.

Para todo ello, se exige que las dimensiones finales de la herramienta puedan ajustarse fuera del programa de la pieza, pues éste siempre es el mismo. La forma de proceder para ello es introducir en una memoria especial y desde el panel de control, las dimensiones de la herramienta y referenciarlas desde el programa mediante el lugar que ocupa en la memoria.

Los valores registrados en la memoria del control, pueden ser dados de dos formas distintas:

- a) Como medida representativa de la distancia entre el filo de corte de la herramienta y el origen de herramientas, como por ejemplo longitud y radio.
- b) Como diferencias entre las dimensiones de la herramienta real y la programada.

La referencia del lugar de la memoria ocupado por las dimensiones de la herramienta que se desea corregir, se realiza en general de dos modos diferentes característicos:

- a) Por una función específica.
- b) Por la misma función herramienta T.

En el primer caso es frecuente designar la función corrección de herramienta con el carácter W, tomando su valor como el del lugar que ocupa en la memoria, dicha corrección y que pertenece a la herramienta designada por la función herramienta T.

En el segundo caso se utiliza la misma función herramienta T para designar tanto la herramienta como su corrección. La cifra que acompañara a esta función se divide en dos campos destinados cada uno de ellos exclusivamente a la designación de cada una de las dos funciones.

Programación de las condiciones de funcionamiento de la MHCN.

En la programación de las condiciones de funcionamiento de la MHCN se recogen aquellas acciones que no afectando directamente al mecanizado, debería de realizar el operario si la máquina fuera manual, como por ejemplo: poner en marcha la refrigeración, hacer girar el husillo, etc. Además, y por otro lado, es necesario especificar al control, la manera de como debe de considerar para su procesamiento la información introducida ; por ejemplo : como debe de realizar las trayectorias, si en línea recta o circular, si debe de considerar la corrección de una manera positiva o negativa, etc.

Estos dos tipos de acciones dan lugar respectivamente a dos funciones diferentes: función auxiliar denominada por M y función preparatoria direccionada por G. Ambas funciones son codificadas y su modo de programación es peculiar y diferente para cada una de ellas y para cada uno de los controles numéricos.

Estas funciones codificadas inciden de manera diferente sobre el programa, ya que mientras unas afectan únicamente a la información contenida en el bloque donde aparecen, otras, afectan hasta su anulación o remplazamiento por otra de significado opuesto. Existe también algunas especificado en el programa, anulándose por medio de una función sus que permanecen activas constantemente, aún cuando no se hallan especificado en el programa, anulándose por medio de una función sustitutiva.

Por otra parte, las funciones también se diferencian por el momento desde donde empiezan a actuar y así se tiene que unas afectan desde el inicio de la ejecución de la información de su correspondiente bloque y otras, después de su ejecución.

La codificación de estas funciones también ha sido objeto de norma y con el fin de dar una visión general no particularizada para un determinado CN, se presentan a continuación, las que se citan en las normas ISO.

Funciones auxiliares.

M00	Parada programada
M01	Parada facultativa
M02	Fin de programa
M03	Rotación husillo sentido antitrigonométrico
M04	Rotación husillo sentido trigonométrico
M05	Parada del husillo
M06	Cambio de herramienta
M07	Refrigeración 1 en marcha
M08	Refrigeración 2 en marcha
M09	Parada de la refrigeración
M13	Rotación del husillo antitrig. y refrig.
M14	Rotación del husillo trig. y refrigeración
M15	Desplazamiento en sentido positivo
M16	Desplazamiento en sentido negativo
M19	Parada del husillo con orientación determinada
M30	Fin de cinta
M31	Suspensión de prohibición
M32	Velocidad de corte constante
M36	Gama de velocidades de avance 1
M37	Gama de velocidades de avance 2
M38	Gama de velocidades de rotación 1

M39	Gama de velocidades de rotación 2
M40	Cambio de velocidad
M50	Refrigeración 3 en marcha
M51	Refrigeración 4 en marcha
M55	Desplazamiento del origen de la herramienta 1
M56	Desplazamiento del origen de la herramienta 2
M60	Cambio de pieza
M61	Desplazamiento del origen de la pieza 1
M62	Desplazamiento del origen de la pieza 2
M68	Sujeción de la pieza.
M69	Suelta de la pieza
M71	Desplazamiento angular del origen de la pieza 1
M72	Desplazamiento angular del origen de la pieza 2

Una explicación somera de cada una de ellas sería:

M00 Parada programada. Esta instrucción detiene el funcionamiento de la máquina-herramienta hasta que el operario da la orden de reanudación.

M01 Parada facultativa. Semejante a la anterior, pero para que se ejecute, el operario debe de indicarlo en el armario de control.

M02 Fin de programa. Indica que el trabajo ha finalizado, rebobinándose la cinta hasta el principio del programa.

M03, M04 Rotación del husillo en sentido antitrigonométrico o trigonométrico.

M05 Parada del husillo. Esta función anula las dos precedentes.

M06 Cambio de herramienta. Esta instrucción indica la realización de un cambio a la herramienta, siendo esta la indicada por la función T.

M07 Lubricación o refrigeración nº 2 en marcha.

M08 Lubricación o refrigeración nº 1 o bien conexión del aspirador de viruta.

M09 Parada de la refrigeración indicada por las funciones M07, M08, M50 o M51.

M15, M16 Desplazamiento en sentido positivo o negativo, elección de la dirección del avance rápido o del avance de trabajo en caso de necesidad.

M19 Parada de la brocha o del husillo principal con una orientación determinada.

M30 Fin de cinta. Función análoga a la definida por M02.

M31 Suspensión de prohibición. Instrucción que anula provisionalmente una prohibición normalmente válida y definida específicamente por el constructor de la máquina-herramienta.

M32 al M35 Velocidad de corte constante. Se reserva para una regulación de la velocidad de rotación de la pieza inversamente proporcional a la distancia de la herramienta al centro de rotación de la pieza.

M36, M37 Gama de velocidad de avance nº 1 o nº 2 respectivamente, debe de cuando existen varias gamas de velocidad.

M38, M39 Gama de velocidad de rotación nº 1 o nº 2 respectivamente, instrucción semejante a las anteriores, pero para movimientos de rotación.

M50, M51 Refrigeración o lubricación nº 3 o nº 4 en marcha.

M60 Cambio de pieza. Instrucción que indica cambio de pieza para aquellas maquinas que posean cambio automático de la pieza.

M61, M62 Desplazamiento por un determinado valor del origen del sistema de coordenadas de la pieza 1 o 2 respectivamente.

M61, M62 Enclavamiento de la pieza y liberación de la pieza respectivamente. Se indica para la acción de fijar o soltar automáticamente la pieza en la mesa de la máquina--herramienta.

M71, M72 Desplazamiento del origen de la pieza 1 o 2 respectivamente, una amplitud determinada para un sistema de coordenadas angulares.

Funciones preparatorias.

- G00 Posicionado punto a punto
- G01 Interpolación lineal para dimensiones medias
- G02 Interpolación lineal para dimensiones medias en sentido antitrigonométrico
- G03 Interpolación circular en sentido trigonométrico
- G04 Parada temporizada
- G05 Parada suspensiva
- G08 Aceleración
- G09 Deceleración
- G10 Interpolación lineal dimensiones grandes
- G11 Interpolación lineal dimensiones pequeñas
- G12 Interpolación en tres dimensiones
- G13 Elección eje X

G14	Elección eje Y
G15	Elección eje Z
G17	Elección plano XY
G18	Elección plano YZ
G19	Elección plano ZX
G20	Interpolación circular dim. grandes sent. antt.
G21	Interpolación circular dim. pequeñas sent. antt.
G30	Interpolación circular dim. grandes sent. trig.
G31	Interpolación circular dim. pequeñas sent. trig.
G33	Fileteado de paso constante
G34	Fileteado de paso creciente
G35	Fileteado de paso decreciente
G40	Anulación de la corrección de la herramienta
G41	Corrección de herramienta a izquierdas
G42	Corrección de herramienta a derechas
G43	Corrección de herramienta positiva
G44	Corrección de herramienta negativa
G45	Corrección de herramienta +/+
G46	Corrección de herramienta +/-
G47	Corrección de herramienta -/-
G48	Corrección de herramienta -/+
G60	Posicionado con precisión 1
G61	Posicionado con precisión 2
G63	Ciclo preparatorio para taladrar
G64	Cambio de la velocidad de avance
G80	Anulación ciclo fijo
G81	Ciclo fijo 1
G82	Ciclo fijo 2
G83	Ciclo fijo 3
G84	Ciclo fijo 4
G85	Ciclo fijo 5
G86	Ciclo fijo 6
G87	Ciclo fijo 7

G00 Posicionamiento punto a punto: Se hace uso de esta función en sistemas de control numérico continuos o paraxiales, cuando no se desea seguir una trayectoria determinada, sino la propia del control; por ejemplo en el desplazamiento de aproximación a la pieza.

G01, G10, G11 Interpolación lineal: Siempre que se quiera dar a la herramienta un desplazamiento rectilíneo, debe indicarse con ayuda de estas funciones, según que sea este desplazamiento de dimensión media, grande o pequeña.

La dimensión del desplazamiento se dice que es pequeña si es menor de 100 mm., media si está comprendida entre 100 y 1000 mm grande si lo está entre 1000 y 10.000 mm.

G02, G03, G20, G22, G30, G31 Interpolación circular: De igual forma que para las anteriores funciones éstas se usan para obtener desplazamientos circulares.

El tamaño de la dimensión se define de forma análoga que para la interpolación lineal pero considerando esta vez el radio.

En los sistemas actuales de control numérico estas funciones se reducen a considerar únicamente G01 para interpolación lineal y G02 y G03 para la circular con independencia del valor del desplazamiento.

G04, G05 Parada temporizada y parada suspensiva. Estas funciones permiten detener el funcionamiento de la máquina en el momento en que se procede a realizar la operación que se describe en el bloque donde aparecen. En el primer caso, durante un tiempo determinado y en el segundo hasta que el operario de la orden de arranque.

La duración de la parada temporizada se programa en algunos CN con la letra F, que corresponde también a la función velocidad de avance, pero interpretando el valor de esta función en segundos o milisegundos.

Estas detenciones se disponen a lo largo del programa según las necesidades del mecanizado y del operario de máquina, como por ejemplo, cuando se va a realizar alguna de las siguientes operaciones:

- 1) Cambio de herramienta en aquellas máquinas que no posean cambio automático.
- 2) Cambio de la posición de la pieza.
- 3) Medición y control del trabajo realizado.
- 4) Verificación del estado de la herramienta.
- 5) Desalojo de viruta, etc.

G08, G09 Aceleración y deceleración continua hasta alcanzar la velocidad programada.

G12 Interpolación en tres dimensiones. Se utiliza cuando la trayectoria de la herramienta no está contenida en ningún plano coordenado y se desean programar en un solo bloque desplazamientos en el espacio.

G17, G18, G19 Elección de plano. Se usa para identificar el plano sobre el cual se va a realizar una interpolación lineal o circular, una compensación de herramienta u otra función que lo necesite.

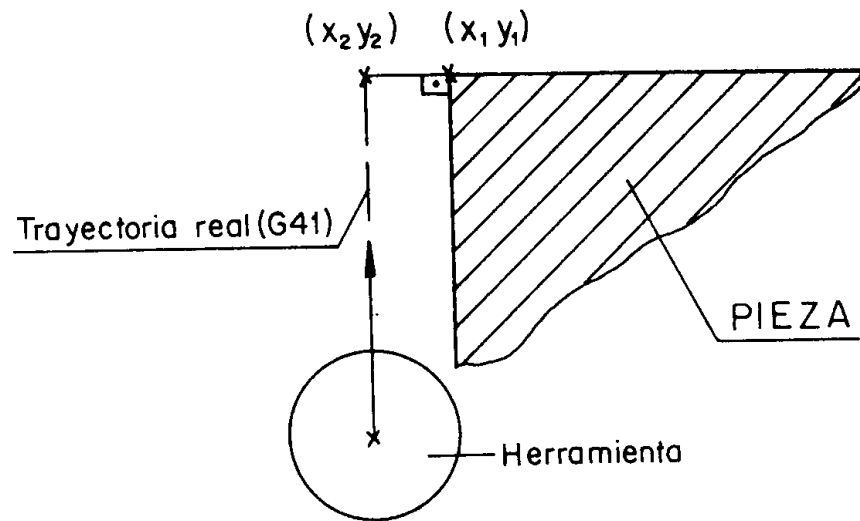
Generalmente estos desplazamientos de trabajo de la herramienta se hacen según planos coordenados.

G33, G34, G35 Fileteado con paso constante, creciente y decreciente respectivamente. Indica

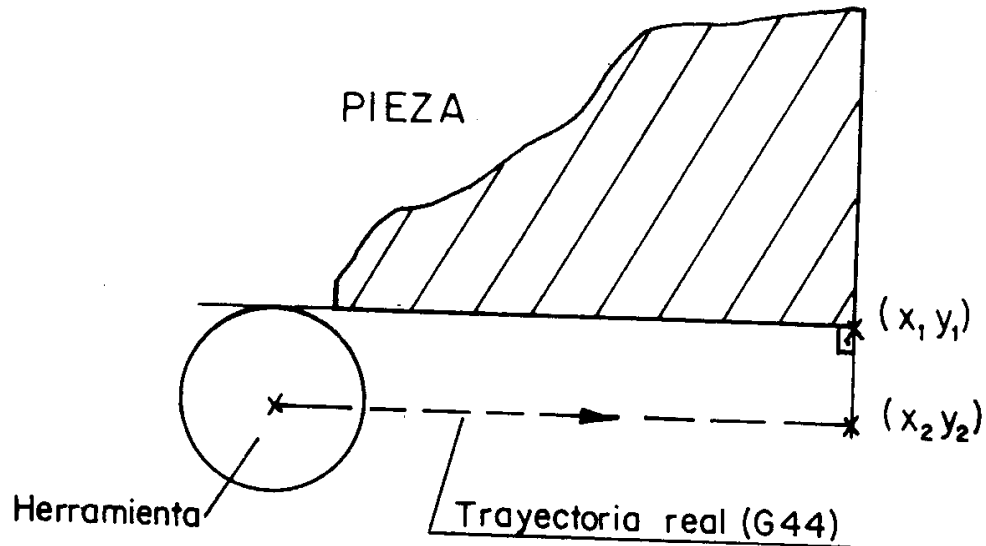
al CN que se va a realizar uno de estos mecanizados para lo que debe de ajustar el sincronismo entre los movimientos de avance y rotación.

G40 Anulación de la corrección del radio o diámetro de la herramienta. Se entiende por corrección de la herramienta al desplazamiento perpendicular a la trayectoria de ésta para compensar las diferencias entre los radios o los diámetros programados y los efectivos introducidos al control externamente.

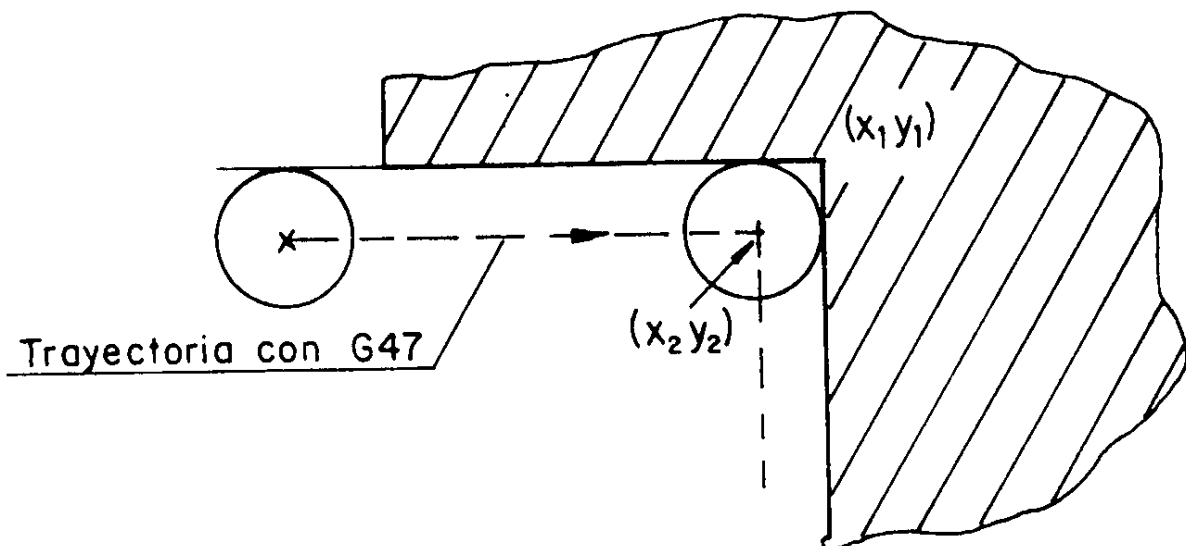
G41, G42 Corrección de la herramienta a izquierda y derecha. La herramienta se encuentra respectivamente a la izquierda y a la derecha de la superficie a mecanizar según la dirección de avance. Los cálculos de la trayectoria real, los realiza el CN únicamente a partir de esta indicación y de los datos de herramienta contenidos en la correspondiente memoria.

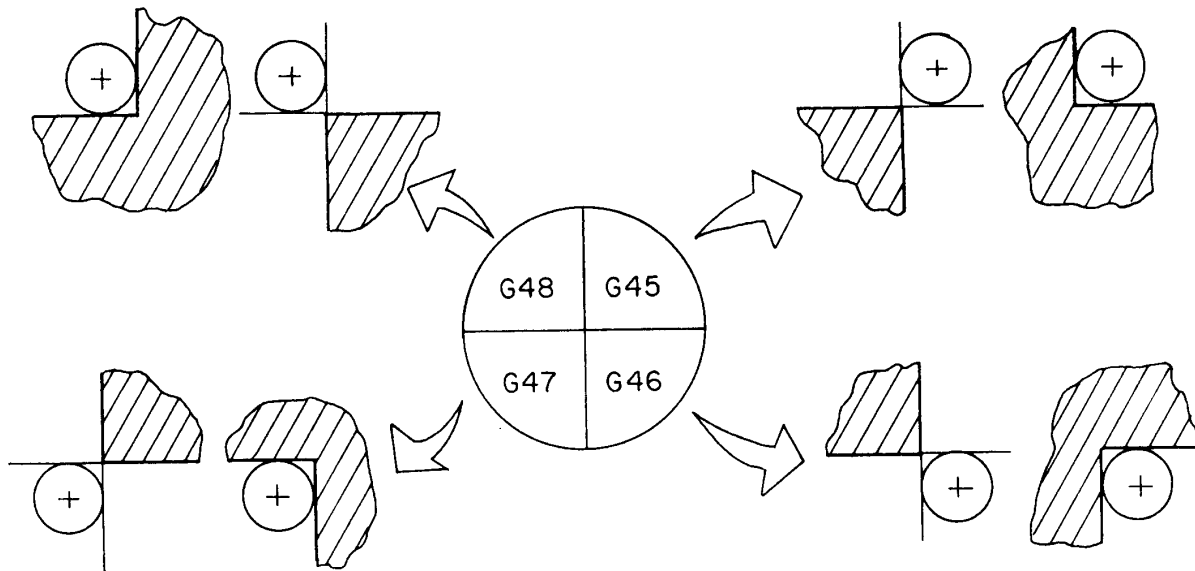


G43, G44 Corrección de la herramienta positiva o negativa. Esta instrucción precisa que el valor de la corrección de la herramienta indicada sobre el armario de control debe ser sumada o restada a la cota expresada en el bloque correspondiente.



G45, G46, G47, G48 Corrección de herramienta. En los casos de trayectoria paralelas a los ejes, ésta introducción precisa si el valor de las correcciones de la herramienta indicada sobre el armario de control, deben de ser sumadas o restadas a dos cotas del bloque correspondiente, o bien, no deben ser tomadas en consideración.





G60, G61 Posicionamiento con precisión fina y media.

G62 Posicionamiento basto o posicionamiento rápido. Tiene interés para el caso en que no sea necesario alcanzar de forma precisa una coordenada, ya que la precisión se ajustará en la siguiente trayectoria.

G63 Ciclo preparatorio para el taladro. Se trata de una trayectoria de acercamiento al punto de trabajo realizado a velocidad de avance rápida y con el husillo parado.

G64 Cambio de velocidad de avance. El cambio de velocidad de avance programada en dos bloques consecutivos se realizan uniformemente y sin interrupción del desplazamiento.

G80 Anulación del ciclo fijo. Esta instrucción anula cualquier ciclo fijo de mecanizado programado con anterioridad.

G81 al G89 Ciclos fijos. Los ciclos fijos permiten programar en un sólo bloque, operaciones de uso frecuente que de otra forma necesitaría más de un bloque para su descripción.

En general, los ciclos de mecanizado se componen de un desplazamiento de acercamiento en vacío a velocidad rápida y de los desplazamientos de trabajo para la realización del mecanizado. Según la operación que realiza el ciclo, los desplazamientos de trabajo marcan la diferencia entre un ciclo y otro.

Aunque el fabricante de unidades de control define de forma particular estas funciones, la diferencia que existe en este aspecto entre unos controles y otros no es muy grande. Como

orientación se pueden citar las siguientes funciones:

G81 Ciclo 1. El movimiento de penetración en las piezas se realiza a velocidad de trabajo y a velocidad rápida en el retroceso de la herramienta. Se emplea para punteado y taladrado.

G82 Ciclo 2. Es semejante al ciclo 1 pero con parada temporizada en el cambio del sentido del movimiento Z. Se utiliza para avellanados, cajeados y en taladrados que se deseen con buen acabado final.

G83 Ciclo 3. El movimiento de avance según el eje Z se realiza de forma intermitente con objeto de evacuar la viruta producida en taladros profundos.

G84 Ciclo 4. La velocidad de avance es la misma en los movimientos de entrada y salida de la herramienta pero distinto el sentido de giro de husillo. Se utiliza para operaciones de roscado.

G85 Ciclo 5. Semejante al ciclo 4 pero sin inversión del sentido de rotación del husillo. Se emplea principalmente para escariadores y mandrinados.

G86 Ciclo 6. Igual al ciclo 1 pero con el husillo girando a la salida de la herramienta.

Orden de ejecución del programa.

Aunque en los CN el procesamiento de programa se realiza de forma secuencial, es obligado indicar el orden de cada bloque pues permite visualizar en el control la fase en que se encuentra el mecanizado de la pieza. La función utilizada para este cometido es el carácter N, de nominado número del bloque.

En los controles más modernos la designación de cada bloque ha permitido definir saltos de programa y subprogramas.

Otros caracteres utilizados en la programación de MHCN.

Es frecuente que en las hojas de programación se realicen comentarios relacionados con el programa, los cuales no deben de ser grabados en la cinta de papel, por lo que deben de estar convenientemente identificados para que la perforadora de cinta no los considere.

Por otra parte, existen otros caracteres que sirven de índice al control en la definición de las funciones, los bloques y los programas.

Ejemplo de programación.

Se va a considerar la pieza que aparece en la figura en la que hay que mecanizar la superficie que se indica.

Inicio de programa

N001 G00 X + 2000 Y + 8000 Z +1600

Posicionamiento del centro de la herramienta en el punto (20, 80, 16) expresado en 10^{-2} mm y con velocidad rápida.

N002 G41 Y + 7000

Corrección de la herramienta según el eje X un valor de R a la izquierda del sentido de avance. Las funciones cuyo valor se conserva no se indican.

N003 G01 G45 Y + 5000 F S M04 M07

Comienzo de fresado con corrección de la herramienta según los dos ejes, programación de las velocidades y orden de giro de husillo y de refrigerante.

N004 G41 X + 9500

Interpolación lineal para realizar el tramo paralelo el eje X con corrección a izquierda.

N005 GOZ Y + 1000 J - 1000

Desplazamiento circular en sentido horario conservando la corrección y las velocidades. La coordenada relativa de interpolación es I = 0 (no se indica) y J = -10

N006 GO1 G46 X + 2000

Desplazamiento lineal y corrección según X+ R e Y - R

N007 G41 Y - 1000 M05 M09

Se finaliza el mecanizado y se ordena parar el husillo y el refrigerante.

N008 G40 Y - 2000 M02

El centro de la herramienta se ha posicionado en la coordenada X= 20 e Y = -20 y se indica que el programa ha finalizado .

Cuando el programa se escribe de forma que los valores de las funciones no se indican si se conservan de un bloque a otro, se dice que la programación es de formato variable .

Por el contrario, cuando es obligado indicarlas, no es necesario escribir la dirección de la función, pues el control la identifica por el orden que ocupa en el programa. Esta programación se dice que es en formato fijo, como por ejemplo :

001 00 + 2000 + 8000 + 1600

002 41 + 2000 + 7000 + 1600

003 45 + 2000 + 5000 + 1600

Normalmente todos los controles utilizan programación en formato variable.

Puntos de referencia en la programación de tornos.

Los puntos de referencia que el programador utiliza en la preparación de una pieza , son los siguientes.

- 1) Origen de máquina OM.
- 2) Origen de pieza OP.
- 3) Origen o referencia de herramientas OH.
- 4) Referencia de máquina RM.

El origen de la máquina está situado generalmente, detrás del plato de garras, por ello es necesario saber sus dimensiones al inicio de la programación.

El origen de pieza, como en el caso de la programación de máquinas de más de tres ejes, se sitúa a conveniencia del programador y normalmente haciéndolo coincidir con algún punto de la pieza.

Las dimensiones de la herramienta se refieren al origen de herramienta ya que es el carro portaherramientas el que define el movimiento y de esta forma, se puede conocer fácilmente la posición de la punta de herramienta en los giros de torreta.

Es frecuente que se defina un punto en la máquina llamado referencia de máquina cuya finalidad puede ser muy distinta de una aplicación a otra. Esta referencia se sitúa a un lado de las carreras de X y Z y fija el punto donde se va a realizar el cambio de herramienta o fija el extremo de las carreras o ambas cosas a la vez.

Ejemplo de programación.

