

GRADO DE MASTER:

Ingeniería de Sistemas Industriales

ASIGNATURA ISE6:

Controladores Industriales Inteligentes

MÓDULO 2:

Controlador Numérico por Computador

TAREA 2-1:

CNC: COMPONENTES, ARQUITECTURA Y PROGRAMACIÓN

Contenido

| | |
|--|----|
| TAREA 2-1: CNC: COMPONENTES, ARQUITECTURA Y PROGRAMACIÓN. | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS..... | 3 |
| 2. CONTENIDO..... | 4 |
| 2.1 CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADOR: definición y tipos. | 4 |
| 2.2 BREVE HISTORIA DE LOS SISTEMAS CNC | 7 |
| 2.3 COMPONENTES Y ARQUITECTURA DEL CNC..... | 9 |
| 2.4 PRINCIPALES TAREAS DEL CNC | 12 |
| 2.5 PROGRAMACIÓN: fundamentos, metodología y ejemplo..... | 13 |
| 2.5.1 FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN | 13 |
| 2.5.2 METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN PROGRAMA..... | 17 |
| 2.5.3 EJEMPLOS DE PROGRAMAS | 18 |
| 3. CONCLUSIONES..... | 19 |
| 4. BIBLIOGRAFÍA Y/O REFERENCIAS..... | 20 |
| 5. ENLACES DE INTERÉS | 20 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Imagen 1: Sistema por CNC directo | 6 |
| Imagen 2: Sistema por CNC distribuído. | 6 |
| Imagen 3:Ejemplo sistema CNC de tipo híbrido..... | 7 |
| Imagen 5: Componentes de un sistema CNC..... | 10 |
| Imagen 4: Diagrama evolución CNC..... | 9 |
| Imagen 6: Arquitectura general de los componentes de un sistema CNC. | 11 |
| Imagen 7: Pictograma con los componentes de un sistema CNC moderno. | 11 |
| Imagen 8: Ejemplo de la participación de un CNC en la FMS. | 13 |
| Imagen 9: Lenguaje de programación para CNC..... | 14 |
| Imagen 10: Estructura de un bloque de programación CNC..... | 15 |

TAREA 2-1: CNC: COMPONENTES, ARQUITECTURA Y PROGRAMACIÓN.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En esta primera tarea del segundo bloque se introducirá el concepto de controlador numérico por computador. De este modo, se dará una definición de este dispositivo así como una breve historia para comprobar cuál ha sido su evolución a lo largo de estos años. A continuación se estudiarán cuáles son sus principales fundamentos así como los diferentes tipos de sistemas que podemos encontrar (ej. directos, distribuidos e híbridos). También se describirán los componentes de los CNC y se observarán algunos esquemas sobre su distribución y sus principales tareas. Finalmente, se estudiará cómo se programa. De este modo se proporcionarán las bases para la programación genérica y se expondrá algún ejemplo ilustrativo para entender su realización.

Los principales objetivos que se lograrán tras comprender esta tarea son:

1. Introducir el concepto de controlador numérico por computador proporcionando su definición;
2. conocer cuáles son los principales tipos de sistemas CNC así como sus características;
3. conocer los principios básicos de la programación de los CNC e incluso llegar a compilar un pequeño programa.

2. CONTENIDO

2.1 CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADOR: definición y tipos.

Un sistema con control numérico por computador o CNC es un medio de fabricación que es capaz de desarrollar un conjunto de operaciones tecnológicas de forma automática, sin la intervención del ser humano, en base a las operaciones numéricas que le establece un ordenador. De este modo, se trata de aquellos instrumentos, maquina o unidades de fabricación que funcionan automáticamente bajo la influencia de un programa de control. Este programa de control es una secuencia de símbolos que se han escrito en un programa informático. Sin embargo, los resultados de la operación de los sistemas con CNC no pueden servir como otro programa de control o como información de entrada de otro servicio. Este sistema ha revolucionado la industria debido al abaratamiento de microprocesadores y a la simplificación de la programación de las máquinas de CNC.

El CNC se utiliza en gran cantidad de aplicaciones industriales entre las que destacan:

- Automatización de la preparación de la documentación constructiva y tecnológica: impresión, trazado de gráficos, diagramas de bloques y circuitos eléctricos.
- Automatización de la preparación tecnológica de la fabricación: construcción de foto máscaras para elementos semiconductores, circuitos integrados, impresión de circuitos integrados, etc.
- Automatización de las operaciones tecnológicas en las que se realiza el mecanizado de metales: torneado, enfrentar, taladrar, aserrar, fusionar, punzar, electro-erosión, tecnología láser etc.
- Automatización de las operaciones de medición del control en las cuales se definen las dimensiones de detalles mecánicos.

En los CNC la secuencia, carácter y volumen de las operaciones alcanzadas no se define por los esquemas especializados, sino por sistemas de software especializados. Además, aunque los antiguos sistemas de este tipo

CNC: COMPONENTES, ARQUITECTURA Y PROGRAMACIÓN

utilizan como software cintas perforadas, los sistemas modernos lo han reemplazado por el CD-ROM, tarjetas flash o USBs. De este modo, el espacio se localiza en la memoria del ordenador, en el cual se pueden cambiar varias veces las grabaciones. Esto permite guardar una gran cantidad de programas de control, los que pueden ser editados en modo de diálogo. También se escriben en memoria los programas especializados, describiendo un ciclo de operación en el automatizado de instrumentos y sistemas. Estos programas de control (CP), grabados en memoria, son transferidos a los sistemas con CNC de acuerdo a la operación de ejecución y esta transferencia de un CP desde el ordenador hasta el sistema con CNC se conoce también como DNC (Control Numérico Directo). Así, un CP puede cargarse completamente en la memoria del sistema con CNC o puede estar guardado en el ordenador y pasarse para la ejecución paso a paso en una conexión continua entre el ordenador y el sistema con CNC. Puede transferirse también, a excepción del CP, información relativa a herramientas de corrección, parámetros y otro tipo de información con los datos DNC permitiendo así controlar más de una máquina desde uno o más ordenadores u otros instrumentos tecnológicos. Además, cuando un PC (universal o especializado para la industria) se utiliza como un ordenador base, el sistema se denomina PCNC.

Existen diferentes tipos de sistemas CNC, dependiendo de cómo se organice la red de los distintos CNC:

- Control numérico directo: consiste en transferir de un computador central la información almacenada en éste hacia uno o más controladores con memoria reducida. Tiene la ventaja de poder utilizar un solo computador para controlar varias máquinas y de liberar memoria en el controlador, haciéndolo más compacto en términos de memoria y más potente en términos de procesamiento.

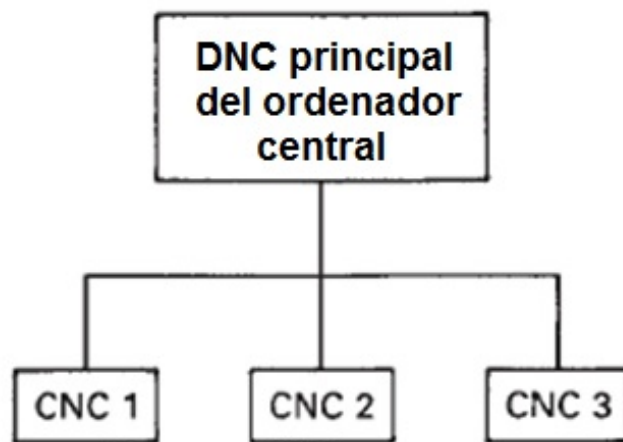


Imagen 1: Sistema por CNC directo

- Control numérico distribuido: se refiere al modo de operación en la cual múltiples máquinas de CNC y otros equipos de producción (máquinas de medición, robots, presets, etc.) son conectados a una computadora.

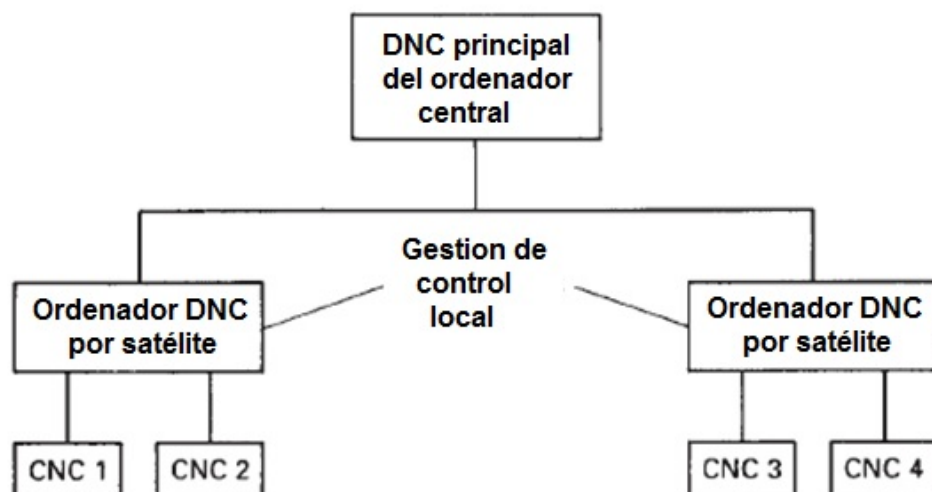


Imagen 2: Sistema por CNC distribuido.

- CNC híbridos: los sistemas híbridos para el control manual-digital del software se utilizan para producir partes separadas o pequeñas partes de piezas. A continuación podemos observar un ejemplo de un sistema de este tipo en el que un operador proporciona comandos manuales para el soporte:

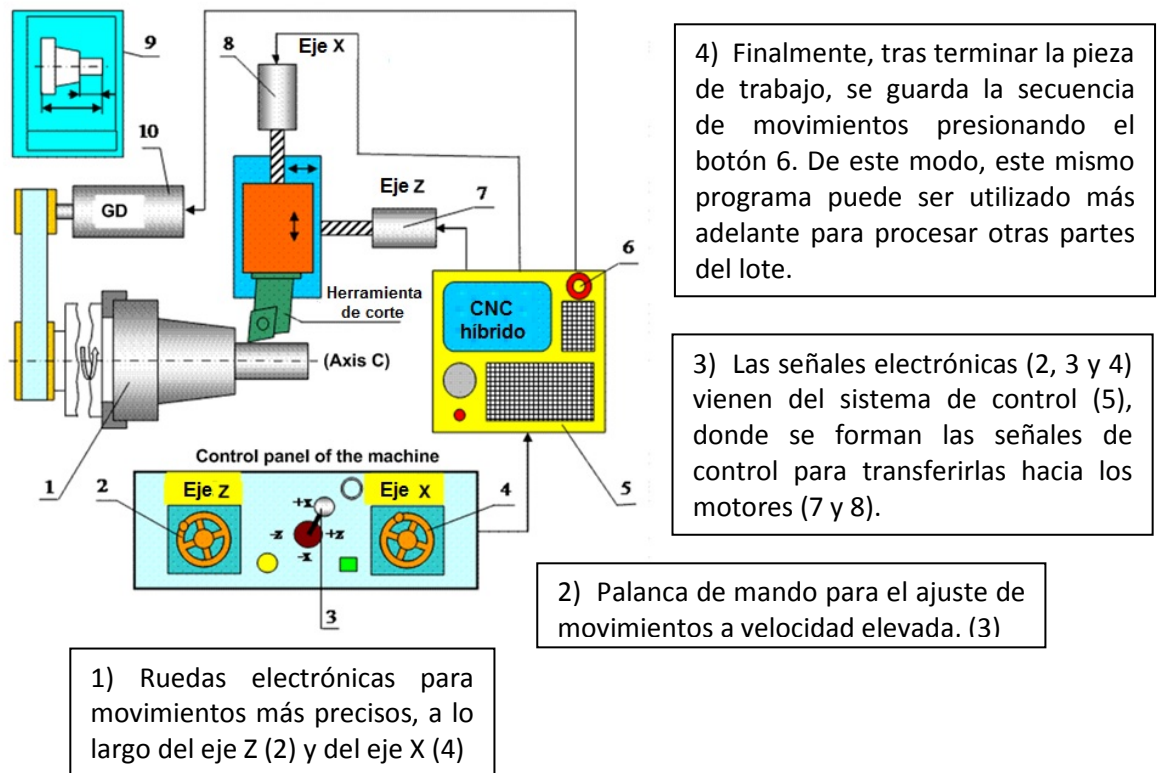


Imagen 3: Ejemplo sistema CNC de tipo híbrido.

2.2 BREVE HISTORIA DE LOS SISTEMAS CNC

Los primeros sistemas de CNC aparecieron en el periodo 1956-1959. El primer sistema CNC fue en realidad de tipo NC, es decir, de control numérico pero sin ser por ordenador. La integración a baja o media escala de los circuitos fue cada vez más utilizada y los chips de los PCBs llegaron a alcanzar miles y más decenas, unidos en bloques con funciones determinadas. Además, estos bloques se integraban en un esquema fijo y no modificable, ej. sistemas realizados a través de un esquemático. Aunque en esos tiempos el programa de control solía estar escrito en un código-ISO en una cinta perforada, hoy en día, las cintas perforadas están obsoletas.

Los primeros equipos de CN estaban basados en una electrónica de válvulas, relés y cableados y disponían de más volumen que las propias máquinas-herramientas; así como de una programación manual en lenguajes máquina muy complejo y muy lenta de programar. Puede hablarse de cuatro

generaciones de máquinas de control numérico de acuerdo con la evolución de la electrónica utilizada:

1. Válvulas electrónicas y relés (1950).
2. Transistores (1960).
3. Circuitos integrados (1965).
4. Microprocesadores (1975).

Como ya se ha mencionado previamente, fue a finales de los años sesenta cuando nace el control numérico por ordenador. Las funciones de control se realizaban mediante programas en la memoria del ordenador de forma que podían adaptarse fácilmente con solo modificar el programa realizado. Sin embargo, en esta época los ordenadores eran todavía muy grandes y costosos y la única solución práctica para el CN era disponer de un ordenador central conectado a varias máquinas-herramientas que desarrollaban a tiempo compartido todas las funciones de control de las mismas. Esta tecnología se conoce con las siglas DNC (Control Numérico Directo). A principios de los setenta se empezaron a construir ordenadores más pequeños y económicos, apareciendo así el CNC (Control Numérico Computarizado). Este permitía que el mismo control numérico pudiese aplicarse a varios tipos de máquinas distintas sin más que programar las funciones de control para cada máquina en particular. Las tendencias actuales de automatización total y fabricación flexible se basan en máquinas de CNC conectadas a un ordenador central con funciones de programación y almacenamiento de programas y transmisión de los mismos a las máquinas para su ejecución. Los esfuerzos para eliminar la intervención humana en los procesos de producción son una meta gerencial con la introducción de los conceptos de partes intercambiables y producción en masa. A continuación podemos observar un gráfico sobre la evolución de los CNC:

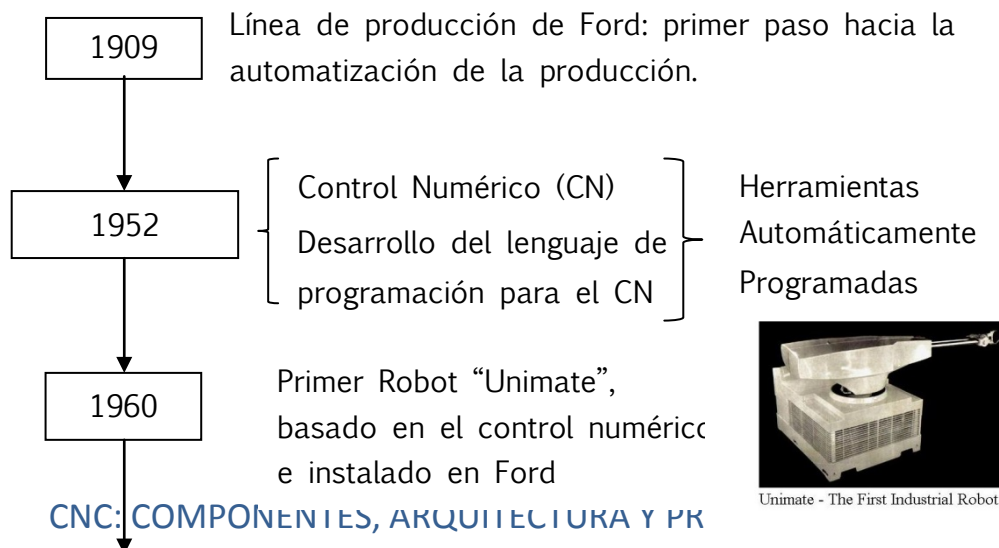




Imagen 4: Diagrama evolución CNC

2.3 COMPONENTES Y ARQUITECTURA DEL CNC

Un sistema CNC básico está compuesto por los componentes que puede observarse en la siguiente figura:

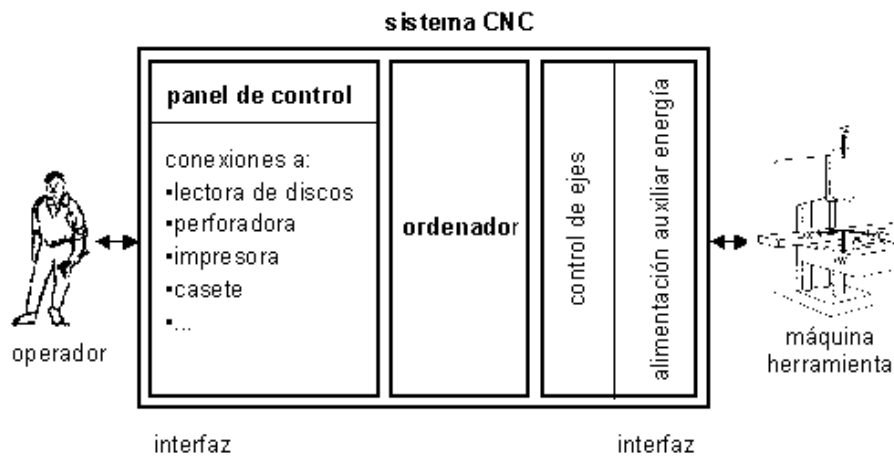


Imagen 5: Componentes de un sistema CNC.

Puede observarse que el corazón de un sistema CNC es un ordenador que se encarga de realizar todos los cálculos necesarios y de las conexiones lógicas. Además, como el sistema CNC es el puente de unión entre el operador y la máquina-herramienta se necesitan dos interfaces (traductores):

- El interfaz del operador formado por el panel de control y varios a él conectados relacionados generalmente con dispositivos de periféricos almacenamiento (lectoras de cinta perforada, casete, disqueteras, etc.) o impresión de la información.
- El interfaz de control de la máquina-herramienta que está subdividido en múltiples conexiones de control y que afectan los actuadores de ejes, del husillo principal, etc. hasta llegar al sistema auxiliar de alimentación de energía.

Los apartados que restan hasta finalizar este tema explican con mayor detalle las funciones y operativa del ordenador y de los dos interfaces. Además, el panel de control tiene un aspecto externo que puede variar considerablemente en función del fabricante, aunque los componentes que aparecen en él se pueden agrupar de forma genérica en:

- Monitor: pantalla CRT y un conjunto de diales analógicos o digitales, chivatos e indicadores.
- Mandos para el control máquina: para el gobierno manual o directo de las actividades análogas a las ejecutadas convencionalmente mediante manivelas, interruptores, etc.
- Controles para la programación: teclados para la edición textual de programas y datos almacenados con caracteres alfabéticos, números e iconos de las funciones que ejecutan.

Teniendo en cuenta ya la arquitectura general de un CNC completo podemos observar los siguientes componentes:

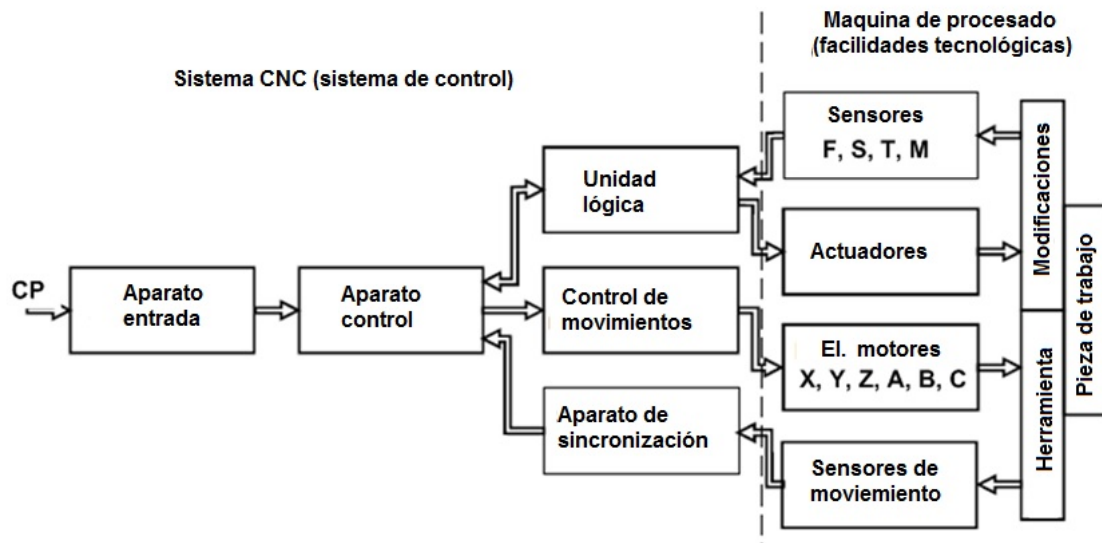


Imagen 6: Arquitectura general de los componentes de un sistema CNC.

En este caso puede observarse cómo el sistema de control está formado por el aparato de entrada y aquel que quiere controlar más una unidad lógica que emite y recibe órdenes del aparato de control, un sistema de control de movimientos dirigidos por el aparato de control y un aparato de sincronización que va dirigiendo las órdenes que emite el aparato de control. Además, la máquina de procesamiento estará formada por sensores, actuadores y motores que estarán en continuo contacto con los componentes del CNC.

Finalmente se puede observar a modo de ejemplo más real un pictograma con los elementos de un sistema CNC moderno:

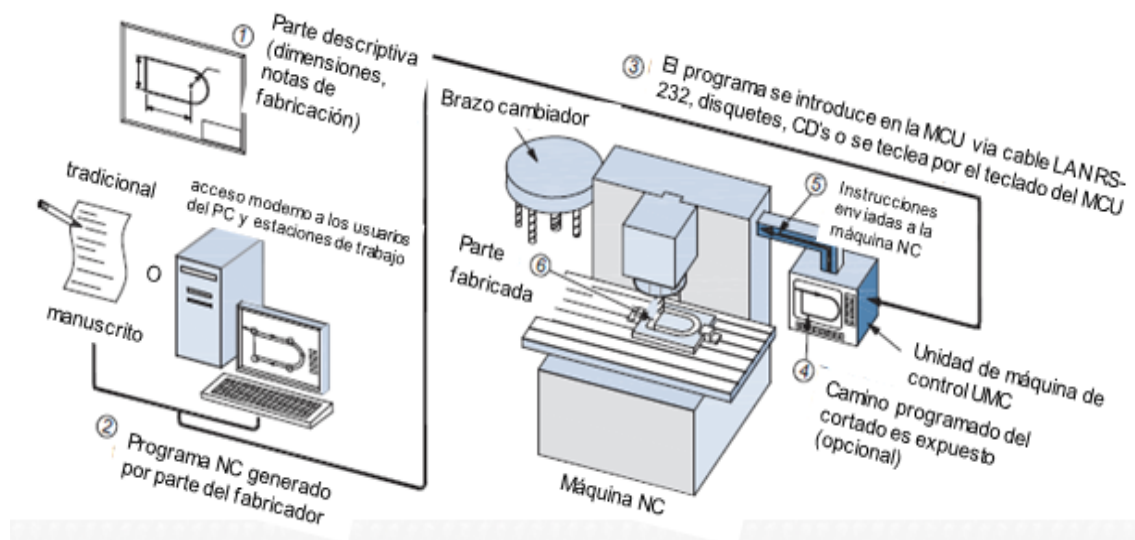


Imagen 7: Pictograma con los componentes de un sistema CNC moderno.

2.4 PRINCIPALES TAREAS DEL CNC

Un sistema CNC es capaz de realizar diversas tareas, a continuación se muestra un listado de las mismas:

1. Introducción y almacenamiento del software del sistema.
2. Introducción y almacenamiento del programa de control.
3. Realización de ciclos.
4. Interpretación de la estructura.
5. Interpolación.
6. Control del movimiento de alimentación.
7. Corrección de los tamaños de las herramientas.
8. Lógica de control.
9. Control del movimiento principal.
10. Herramienta de cambio.
11. Corrección de errores en los instrumentos mecánicos y de medida.
12. Control adaptativo.
13. Recolección de datos estadísticos.
14. Control automático.
15. Diagnóstico.

Además, los CNC participan en la fabricación flexible de sistemas o FMS. Y el modo de participación se ilustra mediante el diagrama de bloques del sistema de control de un área cerrada de producción:

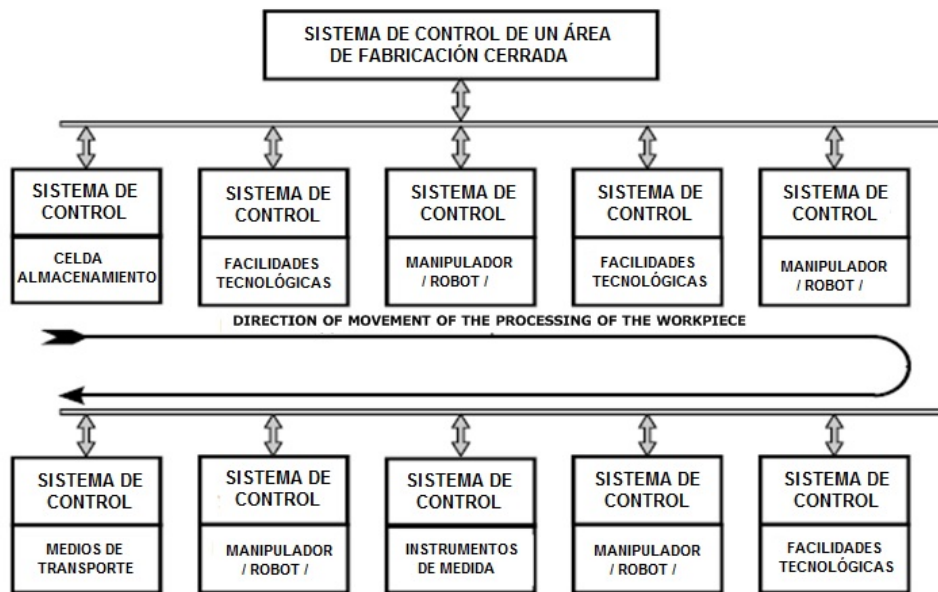


Imagen 8: Ejemplo de la participación de un CNC en la FMS.

2.5 PROGRAMACIÓN: fundamentos, metodología y ejemplo.

El modo de programar CNC es bastante específico y no tiene mucho que ver con la programación de ordenadores convencional. Es fácil de entender, por ejemplo, que el movimiento de un torno cortador debería estar programado de modo que pueda formar con detalle las siguientes coordenadas bien definidas, operar a determinadas velocidades y enfriarse al mismo tiempo etc. El programa consiste en intervalos y ciclos y las operaciones definidas se realizan durante estos intervalos, designados por letras y números. La estructura de un programa consiste en:

- 1 Comienzo del programa, se refiere al número de programa y comienza con el carácter/letra O.
- 2 Contenido del programa o bloques NC.
- 3 Fin del programa, que será M30 para un programa principal o M17 para un sub-programa.

2.5.1 FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN

La denominada programación paramétrica es la que se utiliza para la programación de este tipo de sistemas aunque desde hace poco tiempo se utiliza también la programación con la ayuda de sistemas CAM (Sistemas de Fabricación Ayudados de Ordenadores). La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, como ya se

CNC: COMPONENTES, ARQUITECTURA Y PROGRAMACIÓN

mencionó en las secciones anteriores. Un sistema automatizado consta principalmente de dos partes: una de mando y otra operativa. Esta última es la que actúa directamente sobre la máquina haciendo que se mueva y realice la operación deseada gracias a los actuadores y sensores que la componen. La parte de mando, sin embargo, suele ser un autómata programado que está en el centro del sistema y es capaz de comunicarse con el resto de constituyentes del sistema.

El lenguaje de programación para CNC, es regido por las Normas alemanas DIN No. 66024 y 66025, que en contenido es similar a la norma internacional ISO 1056 (Internacional Organization for Standardization). Este lenguaje para elaborar los programas para equipos de CNC, 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:

| <u>PALABRAS</u> | <u>BLOQUE</u> | <u>PROGRAMA</u> |
|-----------------|-----------------|-----------------------|
| N5 | N5 G01 Z1.5 M08 | N5 G01 Z1.5 M08 |
| G01 | | N10 Z0 X25. |
| Z1.5 | | N15 G03 X27. Z-1. R1. |
| M08 | | N20 G00 X30. |
| | | N25 G28 W0. |
| | | N30 M30 |

Imagen 9: Lenguaje de programación para CNC.

Así, como hemos podido comprobar, todos los programas deben tener un nombre o número identificativo. Algunos controles numéricos solo aceptan números. Sin embargo, los programas CNC están compuestos de bloques sucesivos siendo cada uno de ellos una instrucción para el control y pudiendo estar o no numerados. De no estarlos, el control los ejecutará en el orden en que los vaya encontrando. Esta numeración puede no ser de uno en uno y ser de cinco en cinco, de diez en diez, etc. Esto es conveniente para poder introducir después bloques intermedios sin tener que alterar toda la numeración. Sin embargo, lo que si debe cumplirse es que la numeración sea siempre creciente de modo que si existiera un bloque cuyo número sea menor al anterior, el control detiene la ejecución del programa.

La estructura de un bloque de programación CNC será como se indica en la siguiente figura:

CNC: COMPONENTES, ARQUITECTURA Y PROGRAMACIÓN



Imagen 10: Estructura de un bloque de programación CNC.

Aunque dentro de cada bloque debe mantenerse este orden, no es necesario que estén presentes todos los ítems. Además se puede programar en el sistema métrico (mm) o en pulgadas. El número que acompaña a cada ítem significa el número de dígitos admisible. Así, por ejemplo, N4 significa que el número de bloques no deberá ser mayor que 9999 y Z +/-4.3 significa que las cotas pueden tener valores positivos o negativos de no más de 4 dígitos enteros y 3 decimales. Normalmente el signo (+) no se programa.

Los bloques condicionales, en cambio, son ejecutados o no en función de la presencia de una señal externa al programa en cuestión. Sirven por ejemplo para programar paradas para inspecciones de trabajo, cambios de herramienta, etc. Se determina la condicionalidad de un bloque agregando un punto tras el número de bloque. Además, la señal externa es normalmente un switch en el control de modo que, si está activado, la ejecución del programa se detendrá al encontrar un bloque condicional, mientras que, si no lo está, el programa seguirá ejecutándose normalmente.

Existen diferentes tipos de caracteres utilizados en la programación de CNC con diferentes funciones:

- F: para indicar el avance usado en el proceso de corte;
- G: para detallar el tipo de movimiento u operación a ejecutarse en el bloque que incluye el código G;

- M: para indicar funciones misceláneas que también son conocidas como funciones secundarias M;
- N: para numerar cada línea de programación y su uso es enteramente opcional su uso. Su valor es de 0 a 9999.
- O: para asignar el número del programa. Se coloca al principio del mismo para su registro y se especifica desde 0 a 9999. Así, un programa siempre es salvado en la memoria como Onnnn.
- R: para asignar el plano de referencia en algunos ciclos enlatados y como el valor de radio en interpolación circular.
- S: para asignar valor para la velocidad del husillo. Sin embargo, este comando no lo activa, se requiere de un misceláneo para ello.
- T: para asignar el número de herramienta y su compensación, la “T” es seguida de cuatro dígitos (Tnnnn), donde los dos primeros, seleccionan el número de herramienta y los dos últimos el de compensador.
- U: para asignar la coordenada en incremental en el eje X relativo a la posición corriente o vigente de la máquina.
- W: para asignar la coordenada en incremental en el eje Z relativo a la posición corriente o vigente de la máquina.
- X: para asignar la coordenada en el eje X, especificando la distancia a lo largo del mismo.
- Z: para asignar la coordenada en el eje Z y este especifica la posición o distancia a lo largo del mismo.

La mayoría de los comandos G y M son auto-portadoras, es decir, permanecen activos tras ser sobre-escritas o desactivadas/de-seleccionadas. También existen otros comandos que representan puntos de referencia, por ejemplo, M es el punto cero de máquina, N es el punto de referencia de la herramienta de montaje y W es el punto cero de trabajo de la pieza. Además, esta sintaxis de programación se rige de acuerdo a unas normas como son:

- La longitud máxima de bloque no debe exceder cuatro líneas y, en caso de que sea mayor, ocurre la alarma 650.
- Cada bloque comienza con un número de bloque.
- A continuación le sigue el comando G.
- Las palabras consisten en coordenadas X(U), W(U).
- Para G02, G03, los parámetros I y K del programa de interpolación se localizan tras X(U), Z(U).

Además, los ciclos fijos son aquellos que permiten definir una serie de operaciones cíclicas propias de un determinado mecanizado en un único bloque. Los ciclos fijos más comunes son los de taladro y los de cajera.

Finalmente, debe mencionarse que existen tres tipos de programación: en valor absoluto (si el sistema de coordenadas es absoluto), por incrementos (si el sistema de coordenadas es por incrementos) o mixto (si el sistema de coordenadas es mixto)

2.5.2 METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN PROGRAMA

Existen dos tipos diferentes de pasos a la hora de elaborar un programa, como se expone a continuación:

- 1 Pasos preparativos, es decir, todos aquellos ajustes que se realizan antes y después de poner en marcha la máquina;
- 2 Pasos operativos, los que corresponden al orden de movimientos de los carros (ejes), que se requieren para obtener el mecanizado de la parte.

Un programa se escribe dando las instrucciones en orden de ejecución. A continuación se exponen una serie de pasos que podrían considerarse la metodología general a seguir:

- 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 pieza de trabajo.
- Paso 6: Careo de la pieza
- Paso 7: Proceso de mecanizado de la pieza.
- Paso 8: Retracción rápida de la pieza.
- Paso 9: Desactivar husillo y soluble.

- Paso 10: Retornar herramienta a posición de indexado, selección de otra herramienta o
- Paso 11: Fin de programa.

2.5.3 EJEMPLOS DE PROGRAMAS

Sin embargo la mejor forma de comprender estos conceptos en este caso analizaremos primero un ejemplo sencillo y después otro más complicado.

El primer ejemplo sencillo se trata de un programa de ejemplo para torno CNC basado en la programación utilizando los comandos G y M. Este tipo de programas son simples archivos de texto ASCII (sólo mayúsculas, números y signos de puntuación tradicionales, por lo que es muy frecuente que los programas se almacenen y comuniquen usando un formato restringido de 6 bits). Además, estos programas pueden ser cargados a pie de máquina usando su teclado o ser transportados desde una PC con diskettes, cables seriales RS232C o USB. En este programa de ejemplo se realizan una serie de operaciones básicas sobre un tocho de material de 55mm por una pulgada de diámetro, frenándolo primero y cilindrándolo a 25mm después.

| Programa | Comentario |
|-------------------|---|
| G21 | Usar sistema métrico |
| [BILLET X25.4 Z55 | Definición de tamaño de tocho para el simulador (no para el torno) |
| G98 | Hasta nuevo aviso, las velocidades de corte están expresadas en mm/min |
| G28U0W0 | Antes que nada, retirar las herramientas de la zona de trabajo |
| M06T0404 | Elegir la herramienta número 4, con el juego de parámetros de compensación 04 (depende de la cara/punta con que desbaste) |
| M03S3500 | Poner a andar el husillo en sentido horario a 3500 rpm |
| G00X26Z0 | Ir velozmente (sin maquinar, se supone que se está en el aire) hasta las proximidades del tocho |
| G01X-2F80 | Ahora sí, maquinando, se frentea el tocho, de arriba hacia abajo. Pasamos de largo el cero para que no queden pupitos. |

| | |
|-------------|---|
| G00Z2X25 | Retirar la herramienta y prepararse para cilindrar. |
| G01Z-40F140 | Cilindrar hasta Z=-40 |
| G28U2W0 | Enviar la herramienta al home, retirándose primero 2mm en X |
| M05 | Frenar el husillo |
| M30 | Terminar el programa y preparase para ejecutarlo nuevamente |

El ejemplo más complicado es el que aparece en el siguiente enlace <http://cnc.reslex.net/Progr.html>. Se trata del ejemplo (para nc-200): N2 G71 G95 M8 X23 Z11 F0.2, con enfriamiento incluido en su intervalo (M8), y donde la herramienta va a un punto de coordenadas X23 Z11, a la velocidad de alimentación de 0.2 mm\rev (F0.2). Además en G71, la programación es en mm (G70 – la programación es en pulgadas); G95, la velocidad de alimentación es en mm\rev (G94 velocidad de alimentación en mm/min o inch/min). En este caso se utilizan las siguientes variables:

- N – número de intervalo,
- G – funciones preparatorias (definiendo el modo de operación del torno);
- M – funciones auxiliares;
- X, Y, Z – ejes coordenados;
- T – número de la herramienta;
- S – vueltas del cabezal;
- F – velocidad de alimentación.

3. CONCLUSIONES

Una de las conclusiones de este trabajo es la importancia del control numérico por computador para poder realizar determinadas tareas industriales cumpliendo los requerimientos de productividad y sin poner en riesgo, en algunos casos, al ser humano. Así, en la sociedad actual, el CNC se utiliza en gran cantidad de aplicaciones industriales. En general, los programas de

control grabados en memoria se transfieren a los sistemas con CNC de acuerdo a la operación de ejecución. Esta transferencia se conoce por DNC o control numérico directo y puede cargarse completamente en la memoria o estar guardada en un ordenador y pasarse para la ejecución paso a paso en una conexión continua entre el ordenador y el sistema con CNC. En base a estos ordenadores existen dos tipos de sistemas de control CNC: basado en un PC universal o en uno industrial. Además, dependiendo de la labor del ordenador base, los sistemas también se clasifican en directos (si el ordenador principal gestiona los CNCs), distribuido (si el ordenador central gestiona a otros por satélite que, a su vez se encargan de los CNCs) o híbrido (se utiliza un control manual-digital del software para producir partes separadas o pequeñas partes de piezas). En este trabajo se ha proporcionado también una descripción de los componentes de un sistema para CNC e incluso se ha dado un esquema con su arquitectura general y un pictograma de un CNC moderno. Además se han descrito las principales tareas de los sistemas para los CNC como son la introducción y almacenamiento del software del sistema y/o del programa de control o la realización de ciclos. Finalmente, se han descrito los principios, estructura y hasta un par de ejemplos concretos de la programación de los CNC.

4. BIBLIOGRAFÍA Y/O REFERENCIAS

La bibliografía utilizada en este trabajo es:

[1] Tarea_ISE6_2_1_Formación_Español-NORA_MILLOR

5. ENLACES DE INTERÉS

A continuación se detallan los enlaces o links que puedan ser de interés en relación con el tema de la tarea:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Control_num%C3%A9rico
- <http://materias.fi.uba.ar/7565/U4-control-numerico-por-computadora.pdf>
- <http://mcnc11.blogspot.com.es/2010/08/historia-y-evolucion-del-cnc.html>
- http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/mecatronica/docs_curso/Anexos/TUTORIALcnc/DOCUMENTOS/otros/Controladores%20CNC.pdf

- http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/controlnumericocnc/default7.asp
- http://www.electroensaimada.com/uploads/9/0/8/9/9089783/codigo_iso.pdf
- <http://www.slideshare.net/rocko9/curso-bsico-cnc>
- <http://juliocorrea.files.wordpress.com/2007/08/manual-programacion-sinumerik-810-t.pdf>
- <http://www.tecnoedu.com/Denford/GM.php>