



Foto: www.tak-rem.pl

► Torno CNC: Programar bien es Tornear bien

Luisa Fernanda Castro Patiño
Periodista Metal Actual

Mayor
precisión,
ahorro
en costos
operativos.

El torno CNC es un tipo de máquina-herramienta que realiza procesos de mecanizado mediante un control numérico por computadora. Un equipo ideal para el trabajo en serie y para el mecanizado de piezas complejas y de alta precisión.

La industria metalmecánica en general, adquiere cada vez más equipos de arranque por viruta (tornos, fresadoras, rectificadoras, etc.). Según un informe reciente presentado por la Asociación Española de Fabricantes de Máquinas Herramientas (Cecimo), el mercado de éstas concentra las tres cuartas partes de la producción mundial que supera los 50 billones de dólares, se destaca que el 60 por ciento de las ventas corresponde a la tecnología CNC, siendo los tornos los de mayor demanda.

En Colombia, aunque no se encuentran estadísticas exactas sobre la compra o las ventas de tornos CNC, si se conoce que los industriales han migrado paulatinamente hacia

está tecnología, pues se han concienciado que su utilización abre nuevas oportunidades de negocio por obtención de mejores productos en el mercado extranjero, facilita el proceso de inversión y modernización del sector metalmeccánico y por ende, su crecimiento económico.

Al igual que el convencional, un torno CNC es un equipo de trabajo que permite manufacturar piezas de distintos materiales como el acero, el hierro y el bronce, entre otros, la diferencia con el primero radica en que la máquina de control numérico tiene una gran capacidad para producir piezas en serie con alta precisión debido, principalmente, a que todos los valores de maquinado están guiados por el control o computadora que lleva incorporado, cuya función específica es procesar las órdenes contenidas en un software que previamente ha sido programado por un experto.

De hecho, debido a que el control es el que comanda el proceso de mecanizado en los tornos CNC, estos equipos permiten al fabricante una altísima repetitividad de fabricación entre una pieza y la siguiente, es decir están en la capacidad de producir grandes volúmenes de partes idénticas, mientras que en las máquinas manuales, esta función depende en gran medida de la pericia, la visión e incluso del estado anímico y físico del operario.

Adicionalmente los tornos CNC poseen dispositivos automáticos, generalmente hidráulicos o neumáticos, que le permiten al operario obtener procesos productivos eficientes. Por ejemplo, mientras que el paso de montar la pieza que se va a mecanizar en una máquina de control numérico puede tardar segundos, en los tornos convencionales, se demora en promedio dos minutos, lo que tarda el operario en sujetar la pieza manualmente.

Para su funcionamiento, los tornos CNC disponen de tres ejes de referencia: Z, X, Y. El primero es el que realiza el desplazamiento longitudinal de la herramienta y se encarga de

las operaciones de cilindrado, mientras que el segundo, ejecuta el movimiento transversal de la herramienta y mecaniza el extremo de la pieza en el plano perpendicular al eje de giro, operación que se denomina refrentado o frontado. Por último está el eje Y que se desplaza a la altura de las herramientas y trabaja la pieza desde su parte inferior o superior.

Cada eje puede desplazarse de forma simultánea para realizar mecanizados cónicos y esféricos, de acuerdo a la geometría de la pieza a trabajar.

Tipos de Torno

Si bien es cierto, los tornos CNC se caracterizan porque son automáticos, existen dos tipos de máquinas especiales para cada proceso: verticales y horizontales, esta última se clasifica en tornos de bancada plana o taller, tornos de bancada inclinada o de producción en serie, torno de cabezal móvil o suizo y torno automático de husillos múltiples. A continuación, se citan las características de cada uno de estos equipos.

- **Tornos verticales:** equipo diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño que se sujetan al plato de garras u otros operadores y que, por sus dimensiones o peso, son difíciles de fijar en un torno horizontal. Los tornos verticales tienen un eje

dispuesto verticalmente y un plato giratorio sobre un plano horizontal, lo que facilita el montaje de piezas grandes y pesadas. Actualmente, la mayoría de tornos de este tipo son CNC.

- **Tornos de bancada plana:** pertenecen a la familia de los tornos horizontales, son equipos diseñados para producir piezas únicas o lotes de producción pequeños, la bancada de este tipo de máquinas es plana y aunque permite el maquinado de piezas grandes, el avance de los carros es mucho menor que el de bancada inclinada. La gran mayoría de los tornos de taller tienen componentes manuales, tales como el husillo y la torreta.
- **Tornos de bancada inclinada:** a diferencia de los anteriores, los tornos de bancada inclinada se caracterizan porque producen grandes lotes de producción, dado que cada una de las partes de este tipo de máquina funciona automáticamente, la torreta de herramientas, por ejemplo, es automática y en ella se pueden ubicar de 8 a 12 herramientas que giran, de acuerdo al proceso que se esté adelantando. Por ser estas máquinas de bancada inclinada, permiten más espacio en la manufactura de piezas que las de bancada plana.
- **Torno de cabezal móvil o suizo:** se emplean para el maquinado de



Foto: img.directindustry.es

► Torno vertical



Foto: catálogo YCM

► Torno de bancada inclinada.

piezas con diámetros pequeños, generalmente piezas de relojería y piezas para implantes dentales o quirúrgicos en titanio o en acero inoxidable. Una de las características principales de este tipo de máquina es que el desplazamiento longitudinal del cabezal se realiza, a través de un mecanismo de palanca y de leva, siendo este último el elemento que impulsa, por contacto directo, a un dispositivo llamado seguidor.

Foto: www.decoletages-serrano.com



► Estas son algunas de las piezas, que por ser pequeñas, fueron mecanizadas en un torno Suizo

- **Torno automático de husillos múltiples:** este tipo de torno se utiliza para el mecanizado de altas producciones, pues dispone de cuatro a ocho husillos y cada uno de ellos es sujetado a una barra de material. En lugar del cabezal, la máquina dispone de un tambor con un número de husillos determinado que giran a diferentes velocidades para llevar a cabo, operaciones de rosca interior o exterior y estampado. (Ver cuadro comparativo)

Funcionamiento de Componentes

En general, los tornos CNC cuentan con un motor que produce el movimiento giratorio de las piezas, una bancada o bastidor que sirve de apoyo a las partes principales del torno, los carros que se desplazan longitudinal y transversalmente hacia la pieza, el portaherramientas que sirve para fijar varias herramientas de trabajo y el software de control numérico CNC desde donde se programa todo el proceso.

- **El husillo:** es el que produce el movimiento giratorio de las piezas; por lo regular, los tornos CNC disponen de un motor de corriente alterna que actúa directamente sobre éste, a través de una transmisión por poleas. Estos motores proporcionan velocidades variables que van desde cero hasta un número máximo, las cuales se guardan en el programa de ejecución de cada pieza.

A diferencia de los tornos CNC, los convencionales utilizan, en vez de un motor, una caja de engranajes para hacer girar el husillo, se trata de una combinación de palancas, en las que el operario indica las velocidades según una tabla ya estipulada por la industria. Este sistema demanda mayores tiempos de producción.

- **Bancada y carros desplazables:** tanto en los tornos convencionales como en los de control numérico, la estructura de la bancada determina

las dimensiones máximas con que se pueden trabajar las piezas; en los tornos CNC estas fueron diseñadas especialmente para desplazamientos rápidos, conservando por largos períodos de tiempo, precisión en los movimientos.

Los carros, por su parte, integran unas guías perpendiculares a la bancada que sirven para su desplazamiento, éstas alcanzan una dureza de 450 Rockwell C y tienen un sistema de engrase automático.

Existen dos tipos de guías en los equipos de control numérico: lineales y prismáticas, las primeras se encuentran atornilladas a la máquina y en su interior circulan esferas que permiten que los carros se deslicen rápidamente. A diferencia de las lineales, las prismáticas hacen parte del cuerpo metálico de la máquina, lo cual reduce notablemente la vibración que se produce durante el proceso de mecanizado, pero el desplazamiento de los carros es más lento.

Cada carro integra un motor independiente llamado servomotor, es decir, motores controlados con mecanismos electrónicos que funcionan por una fuente eléctrica, neumática o hidráulica, además se caracterizan porque tienen movimientos o desplazamientos tan pequeños como una micra (milésima de milímetro), que incluso en algunas ocasiones no se perciben.

- **La Torreta de herramienta:** las herramientas que realizan las operaciones de mecanizado están sujetas a una torreta de herramientas, en la cual se alojan desde seis hasta veinte instrumentos diferentes de corte, de acuerdo al trabajo de mecanizado que se ha programado previamente. Este elemento también conocido como revolver, lleva incorporado un motor que lo hace girar y un sistema hidráulico encargado de realizar su estacionamiento con una precisión que oscila entre 0.5 milímetros y 1 micra de milímetro.
- **Unidad de Control de Proceso:** todas las máquinas de control numérico, llevan integrado una unidad

Cuadro Comparativo

	Torno CNC Bancada Plana	Torno CNC Bancada Inclinada	Torno Suizo	Torno de Husillos Múltiples
Velocidad Máxima	3000 RPM	6000 RPM	8000 a 10.000 RPM	6000 a 8000 RPM
Volteos	360 a 630 mm	350 mm	70 mm	200 mm
Longitudes	500 mm a 8000 mm	600 mm a 2 m	60 a 100 mm	200 a 300 mm
Herramienta en Torreta	2 a 6	8 a 12	8 a 12	4 a 8 husillos
Avances en Ejes X,Y,Z	5m/min	20 m/min	20 m/min	20 m/min
Control	FANUC	FANUC	FANUC	FANUC



Fotos: upload.wikimedia.org

► Es de vital importancia hacer una selección adecuada de las herramientas, este es un factor, entre muchos otros, que influye para que los mecanizados se realicen en el menor tiempo posible.

central de procesamiento o CPU, por su acrónimo en inglés (*Central Processing Unit*); es el componente encargado de interpretar y ejecutar un conjunto de datos insertados en una secuencia estructurada o específica de órdenes que constituyen el programa de mecanizado.

La función principal de la CPU en un torno, consiste en desarrollar las órdenes de mando y control, de acuerdo con el programa de mecanizado que el operario haya establecido, por ejemplo, calcular la posición y el cambio de las herramientas en todo el proceso de trabajo, pero también controlar otros factores de maquinado como las revoluciones del husillo o copa que sujeta la pieza y los avances y la velocidad de desplazamiento de los carros.

Los controles más importantes en el mercado son: Fagor, Fanuc y Siemens. En Colombia, la mayoría de las máquinas de control numérico tienen el sistema operativo Fanuc y los códigos de programación están regidos por la norma ISO. En la siguiente sección, se presentan las funciones principales para programar un torno.

Programación

A la hora de iniciar un programa CNC es necesario tener en cuenta tres factores: cero máquina, cero pieza y punto de referencia. El primero es el punto donde se sitúa el sistema de coordenadas inicial de las máquinas y generalmente, se ubica sobre el eje X-0.

El segundo es el sistema de referencia que el programador elige teniendo en cuenta la geometría y acotación de la pieza a mecanizar. Esta función se debe programar en cada modelo de pieza nueva y tiene como coordenadas en X el centro del husillo y en Z la distancia que hay entre el cero máquina a la cota elegida.



CODINTER®

DIVISION EQUIPOS

Nadie sabe más!

Líderes en Tecnología de Avanzada

CORTE MECANIZADO

Velocidad, Precisión y Reducción de Costos







- Accesorios
- Repuestos
- Servicio Técnico

Equipos de soldar y corte por plasma



HPR400XD

Corte de Material hasta de 50mm (2") de espesor.



Solicite Nuestra Asesoría y Demostración en:

BOGOTA: (1) 7433131

CALI: (2) 335 1214 **MEDELLÍN:** (4) 6053131

www.codinter.com



Foto: upload.ecvv.com

► Control desde donde se programa todo el proceso de maquinado de las piezas.

El punto de referencia, que es programado por el fabricante del torno, es aquel donde la máquina determina la medición de sus coordenadas; cada vez que el operario enciende la máquina debe enviar el carro hacia este punto, de lo contrario el torno no podrá empezar el proceso de mecanizado. A continuación, se mencionan los códigos de programación más importantes en los equipos de control numérico.

- **Número de Secuencia N:** es la numeración de las líneas de comando del programa, éstas se identifican con la letra N. En un torno CNC normal, se pueden dar hasta 9999 órdenes sucesivas que se pueden numerar de 10 en 10, de esta manera el programador podrá introducir alguna orden complementaria.
- **Funciones Preparatorias G:** en el programa la letra G, acompañada de un número determinado por la norma ISO, tiene una función específica que permite al torno realizar su trabajo. Existen cuatro tipos de funciones preparatorias:
 - **Funciones de Movilidad:** las funciones de movilidad más importantes son la G00, G01, G02, G03, la primera indica el desplazamiento en avance del carro portaherramientas, desde el punto donde se encuentre la máquina, hasta donde el operario o el programador indique la coordenada. Esta función actúa cada vez que la máquina realiza un cambio de herramienta.

La segunda es una interpolación lineal que indica que la herramienta se va a desplazar al avance de trabajo programado por el operario, para realizar operaciones básicas de cilindrado, refrentado o el mecanizado de conos. La función G02 es una interpolación circular a la derecha y se utiliza cuando es necesario mecanizar zonas esféricas o radiales. A diferencia de la anterior, la función G03, es una interpolación circular a la izquierda y se utiliza también para el maquinado de piezas esféricas o circulares.

- **Funciones Tecnológicas:** se utilizan para programar la velocidad del cabezal y el avance de trabajo. El operario puede programar dicha velocidad en revoluciones por minuto (r.p.m), con la función G97 o en milímetros por revolución mm/rev, con la función G96

para que gire a una velocidad de corte constante. Igualmente sucede con el avance, el operario puede programar en r.p.m con la función G95 o lo puede trabajar en mm/rev con el código G94.

- **Funciones de conversión:** Es el desplazamiento de las coordenadas para establecer un nuevo cero de pieza y se programa, mediante códigos que van del G54, hasta el G59. Esta función también se utiliza para cambiar el sistema de medidas de la máquina, bien sea de pulgadas a milímetros o viceversa, a través de las funciones G90 y G91.
- **Funciones de Mecanizado Especiales:** La más popular de estas funciones es la que corresponde a un ciclo de roscado y es representada por el código G33. Otras funciones de este tipo son las de refrentados, taladrados, roscado con macho y escariado.
- **Programación de Cotas:** se refiere a la programación de los recorridos que tienen que realizar las herramientas, para conformar el perfil de la pieza, de acuerdo con el plano de la misma, mediante las coordenadas X y Y o coordenadas polares. Antes de programar las cotas, es necesario que el operario conozca los excedentes de material que debe remover, de esta manera determina el número de pasadas de la herramienta y la rugosidad superficial adecuada para los acabados de la pieza.
- **Programación de la herramienta T:** las herramientas del torno se programan con la letra T, inicial de la palabra en inglés *tool* (herramienta), seguida del número que cada una de ellas ocupa en la torreta portaherramientas. Debido a que cada herramienta tiene una longitud y un radio diferente, es necesario que el operario introduzca en el sistema los valores característicos de cada una, para que desarrolle adecuadamente su proceso.
- **Factores Tecnológicos:** durante los procesos de mecanizado, el operario debe tener en cuenta factores como el material y la estructura de la pieza que va a maquinar, así como algunos elementos de suma importancia para asegurar un torneado perfecto:
 - **Velocidad de Corte:** se programa con la letra S, inicial de la palabra en inglés *Speed* (velocidad) y una cifra, la cual puede ser un valor constante que el operario desee mantener durante el proceso de mecanizado o una cifra que corresponde a las r.p.m del cabezal, de acuerdo al diámetro de la pieza que se va a torrear. Vale anotar que la elección de un sistema u otro se realiza, mediante la función G.
 - **Avance:** en el torno CNC se programa mediante la letra F, inicial de la palabra *Feed* (avance), seguida de una cifra que puede referirse al progreso de la herramienta, expresada en mm/rev o mm/min, siendo este último el sistema más utilizado.
 - **Refrigerante:** en la gran mayoría de mecanizados, es necesario utilizar el refrigerante en la zona donde la herramienta produzca el corte para que se conserve el filo de la herramienta y el acabado del material.

- **Funciones Auxiliares M:** estas funciones se utilizan para definir el funcionamiento de la máquina, como el sentido de giro, parada del cabezal, activar o desactivar el refrigerante, cierre y apertura de puertas, fin del programa, entre otros. A continuación se presenta las funciones más importantes.

Funciones Auxiliares M

Programa CNC

- MM0. Se usa para parar la máquina cuando es necesario hacer un control manual del proceso.
- M01. Significa parada opcional del programa, por lo regular se usa para mecanizar la primera pieza.
- M02. Se utiliza para finalizar el programa.
- M30. Se utiliza para finalizar el programa, pero a diferencia del M02, esta función regresa automáticamente al programa inicial.

Giro del Cabezal

- M03. Indica que el giro del cabezal se realizará en sentido horario.
- M04. Indica que el giro del cabezal se realizara en sentido antihorario.
- M05. Significa parada del giro del cabezal.

Funcionamiento de la Máquina

- M08. Activación del refrigerante.
- M09. Desactivación del refrigerante.

Aplicaciones

Los tornos CNC poseen aplicación en distintas industrias: fabricantes de maquinaria, industria automotriz, producción de muebles, industria petrolera, industria médica, incluso para la fabricación de tubería para el transporte del agua. Vale anotar que las máquinas convencionales poseen las mismas aplicaciones, pero los procesos de mecanizado, suelen ser demasiado costosos, debido a los largos tiempos que éstos demandan.



Foto: Upload.wikimedia.org

► Piezas metálicas de ajedrez, mecanizadas en un torno CNC.

ACERO INOXIDABLE
LAMINA • TUBERIA

WESCO

El mejor acero del mundo
con el mejor servicio.

Por que
escuchamos
a Nuestros
INDUSTRIALES

**CENTRO DE
SERVICIOS**

- Doblado
- Satinado
- Soldadura
- Plastificado
- Corte láser
- Corte por plasma
- Cizalla - tren de corte

Av. Calle 63 No. 74B - 42 Int. 6 Parque Industrial Normandia
Bogotá - Colombia

(1) 7 430 304

wesco.com.co

Según Héctor Andrés Cuesta, Jefe de Servicio Técnico CNC de Imocom –compañía dedicada a la comercialización de maquinaria especializada por Control Numérico Computarizado -CNC– el 80 por ciento de los industriales mecanizan acero en barras, en tubo y en lámina, el 20 por ciento restante trabajan con bronce para hacer, por ejemplo, llaves para la casa, llaves para baños, y sólo unas pocas empresas mecanizan titanio para fabricar implantes dentales o los tornillos de cirugía para procedimientos quirúrgicos.

Agrega además que en Colombia algunos industriales utilizan tornos para mecanizar materiales no metálicos como el caucho, para automotores; materiales de ingeniería como sellos y retenedores; incluso mecanizan acrílicos, cera y madera para hacer prototipos de piezas.

El Mercado

Si bien es cierto que muchos industriales colombianos utilizan tornos convencionales, también lo es que un buen porcentaje de ellos han adoptado la tecnología CNC, pues saben a ciencia cierta que les brinda una mejor calidad y una mayor precisión en sus procesos y los hace más competitivos en el mercado.

Prueba que los industriales nacionales están adoptando esta nueva



► Fábrica japonesa de tornos CNC.

tecnología en sus empresas, es que en el 2008 la empresa Imocom, comercializó cerca de 170 tornos en el mercado local, un 5 por ciento más que el año 2007, una cifra alta si se tiene en cuenta la crisis económica global por la que atravesó el país en el último semestre del año pasado.

“La mayoría de nuestros clientes conservan una o dos máquinas convencionales en sus talleres para hacer, como ellos dicen, “cacharreros” o herramientas, pero en general, los industriales reconocen que si no migran a la tecnología CNC, pueden quedar por fuera del mercado, pues los tiempos de producción con este tipo de máquinas son menores y por ende, el costo de las piezas disminuye cada vez más”, afirma Cuesta.

En cuanto a los costos de las máquinas CNC, es importante resaltar que

estos varían de acuerdo a su marca y al país de procedencia, en ese sentido las empresas colombianas importan tornos de Japón, China, Europa y Estados Unidos principalmente.

“Las máquinas construidas en Japón, Checoslovaquia, Polonia y Estados Unidos, se encuentran en el rango de las más costosas, aproximadamente 80 mil euros, pero se caracterizan porque cuentan con un buen respaldo en calidad, mientras que los tornos fabricados en China suelen ser más económicos, un 20 o 30 por ciento menos, pero con calidades de medias a bajas. Por último se destacan los equipos producidos en Taiwán, pues, aunque suelen ser más económicos que los europeos, éstos entregan calidades medias, incluso muy superiores a los que se construyen en el gigante asiático”, afirma Cuesta.

Es así que la automatización de los tornos resulta cada vez más importante para los usuarios, pero deben seleccionar correctamente el tipo máquina ideal para una determinada aplicación. Comprender el diseño mecánico de la pieza, identificar las ventajas y limitaciones de las máquinas y sus niveles de producción, son factores indispensables que hay que tener en cuenta antes de adquirir un equipo CNC. ▲

Fuentes

- Héctor Andrés Cuesta. Jefe de servicio Técnico CNC, Imocom. acuesta@imocom.com.co
- www.wikipedia.com

Ventajas y Desventajas de los Tornos CNC

Ventajas

- Mayor precisión en el mecanizado de las piezas que en los tornos convencionales.
- Permiten mecanizar piezas más complejas que las que se maquinan en los tornos convencionales.
- Menores tiempos de producción.
- Reducción de los errores en los operarios.

Desventajas

- Necesidad de realizar un programa de mecanizado de la primera pieza.
- Costo elevado de las herramientas y accesorios.
- La inversión por puesto de trabajo es elevada.
- La planificación del trabajo debe ser más detallada y rigurosa.

EGES

INDUCTION FURNACES

Componenta / BURSA - 8 MW+1 MW – 15 ton Melt&Hold

Number of EGES Customers are rapidly increasing around the World
In 32 COUNTRIES PROFESSIONALS PREFER EGES



EGES ELEKTRİK VE ELEKTRONİK GEREÇLER SAN. VE TİC. A.Ş.
Malmutbey Mah. Taşocağı Yolu Yelken Sok. No: 10/3 34550
Beşiktaş/İSTANBUL
Tel: +90 212 446 41 21 pbx Fax: +90 212 446 41 27
e-mail: eges@eges.com.tr Web Site: www.eges.com.tr

EGES INTERNATIONAL (UK) LTD.
166 Upper Richmond Rd. London SW15 2SH UNITED KINGDOM
Tel: +44 20 8780 8681 / +44 20 8789 4150 Fax: +44 20 8785 4016
e-mail: eges@egesint.co.uk Web Site: www.eges.com.tr



Las Marineras, 13-17 – E- 28864 Ajalvir-Spain
Teléf.: +34 918 874 036 – Fax: +34 918 844 382
www.hormesa.com