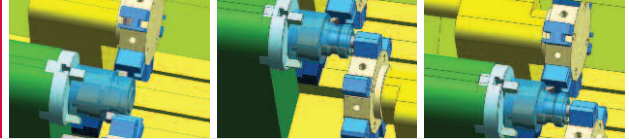


## Domine los retos de la programación de máquinas multifuncionales

[www.siemens.com/nx](http://www.siemens.com/nx)

informe técnico



- ▶ Al combinar varias operaciones de maquinado como fresado y torneado en una sola máquina, las máquinas-herramienta multifuncionales reducen el número de configuraciones requeridas para procesar partes. Ahorrar una cantidad considerable de tiempo en el proceso global también reduce el posicionamiento de errores posibles en múltiples configuraciones. Una sola máquina puede realizar el trabajo de varias máquinas por separado. La comparación de costos de varias máquinas más sencillas, cada una con un operador, con una máquina multifuncional puede ser muy positiva en favor de la máquina más avanzada.

Sin embargo, las máquinas multifuncionales plantean una exigencia adicional en la programación de CNC, el postprocesamiento y la validación del programa de partes con el fin de aprovechar al máximo estas máquinas más complejas. Dominar esta complejidad es clave para alcanzar los niveles adicionales de productividad y obtener un retorno efectivo de la inversión.

En este informe se analizan maneras de abordar algunos de los retos clave en la programación y utilización de máquinas multifuncionales complejas con el software más reciente de CAM y simulación.

# PLM Software

Respuestas para la industria.

**SIEMENS**

## **Contenido**

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Procesadores CAM para máquinas multifuncionales</b>	<b>2</b>
<b>Trayectorias de herramientas sincronizadas</b>	<b>2</b>
<b>Simulación de maquinado mediante código G</b>	<b>3</b>
<b>Postprocesamiento</b>	<b>4</b>
<b>Piezas en proceso</b>	<b>4</b>
<b>Sistemas de coordenadas</b>	<b>4</b>
<b>Programación o producción, sin perder tiempo de máquina</b>	<b>5</b>

## ▶ Introducción

*Cada vez más empresas se fijan en las máquinas multifuncionales y se dan cuenta de que pueden combinar varios pasos de manufactura en una sola máquina con una única configuración. Con esta consolidación a menudo se logran considerables ahorros financieros al reducir costos superiores y aumentar la productividad.*

*Puede ser un reto generar un programa de control numérico por computadora (CNC) para una máquina-herramienta que tenga múltiples dispositivos de maquinado con combinaciones de cabezales de fresado y torretas de torneado. Estas máquinas pueden tener herramientas activas en una torreta e igualmente tener una herramienta de torneado en un cabezal de varios ejes. Frecuentemente pueden manejar varias posiciones de pieza como dos ejes de torno que también se pueden programar como mesas giratorias de fresado y que pueden permitir que una parte en proceso se transfiera desde una posición que sostiene el trabajo a otra. Siete o más ejes programables que sean operacionales dentro de un marco de trabajo muy limitado son habituales, con componentes de máquina-herramienta que pasan por el interior muy cerca unos de otros.*

*Para maximizar los beneficios, es deseable contar con múltiples herramientas de corte que eliminen materiales de forma simultánea. El corte simultáneo y sincronizado se vuelve aun más complejo cuando las herramientas de corte pueden alcanzar más de una ubicación o giro de partes a la vez. Realizar un seguimiento del estado actual de la pieza entre las operaciones de corte, así como de un giro a otro, puede ser crucial para generar trayectorias eficientes de la cortadora.*

*Por lo general, también se requiere un programa de código G distinto para cada dispositivo de maquinado (a veces conocido como canal de programación). Existe un sistema de coordenadas aparte para el eje principal y el secundario que se agrega a la complejidad de la programación y el postprocesamiento. Juntar todo esto en la planta de producción para una primera ejecución o comprobación puede tomar mucho tiempo. Y el tiempo que se ocupa en realizar pruebas es tiempo sin cortar metal.*

*En las siguientes secciones consideraremos algunas de las posibles maneras de abordar estos retos para aprovechar estas máquinas-herramienta sumamente productivas. Ilustraremos las soluciones con ejemplos del sistema Siemens NX™ CAM y la Máquina virtual Siemens, pero los principios generales se aplican a cualquier sistema o tecnología que se utilice al preparar trabajos para estas máquinas-herramienta avanzadas.*

## Procesadores CAM para máquinas multifuncionales

Las máquinas multifuncionales abarcan una amplia gama de configuraciones posibles. Está claro que un sistema CAM debe ofrecer la gama de capacidades disponibles en la máquina en un paquete de software. Así, un sistema CAM de fresado no sería de mucha utilidad si la máquina ofrece fresado y torneado a la vez, como lo hacen muchas. Según la configuración de la máquina, los programas podrían requerir cualquier combinación de torneado, fresado de 3 ejes, fresado posicional 3+2 y fresado completo de 5 ejes. Incluso las partes prismáticas pueden requerir este nivel más complejo de procesamiento en una máquina-herramienta de fresado-giro.

## Trayectorias de herramientas sincronizadas

En las máquinas multifuncionales, una pieza suele ser abordada por más de una herramienta de corte al mismo tiempo; por ejemplo, en un modo de torneado de toque ligero con seguimiento de herramientas de torneado en la única parte de una torreta inferior y un cabezal superior (o torreta). O bien, los distintos cabezales o torretas pueden realizar operaciones completamente diferentes e independientes en los mismos ejes o en diferentes ejes. En cada caso se vuelve crucial la sincronización entre cada operación. En casos sencillos, basta con cronometrar una operación para que comience en uno de los canales de la máquina al mismo tiempo que otra operación termina (o comienza) en un canal diferente. Esto se puede lograr mediante sincronización por nivel de operaciones. Sin embargo, se podría alcanzar una productividad máxima cronometrando diferentes canales de movimiento a un nivel más fino, de manera que una operación comience en uno de los canales de la máquina en el punto en que otra operación está parcialmente completa. Esto exigiría sincronización al nivel del código G.

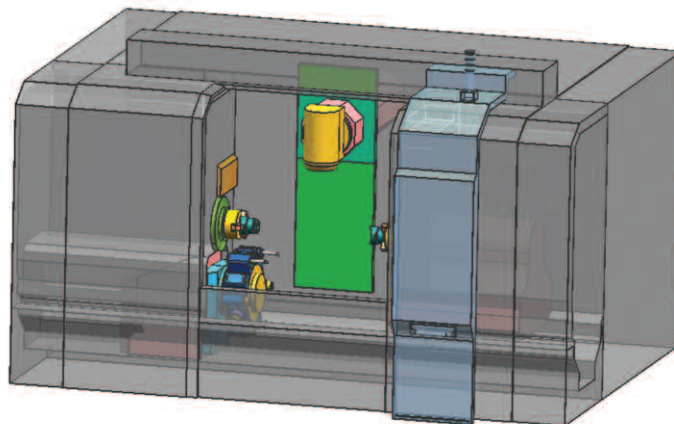


Figura 1: Estas complejas fresadoras pueden tener una torreta inferior y otra superior o un cabezal de eje B que puede manejar las operaciones de torneado y fresado tanto en el eje principal como en un eje secundario opcional.

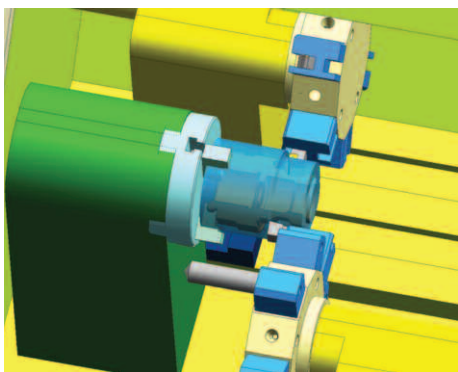


Figura 2: Torneado múltiple (toque ligero).

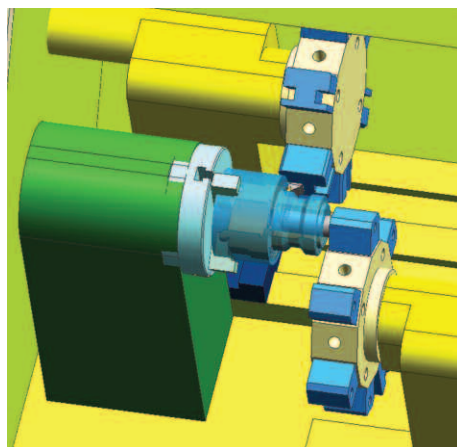


Figura 3: Torneado sincronizado.

Una manera de abordar esto consiste en ver el código CNC propuesto para los múltiples canales de dispositivos que se muestran en paralelo y agregar códigos (llamados códigos o marcas de sincronización) en el flujo de códigos. Gracias al Administrador de sincronización en NX CAM de Siemens PLM Software, el programador de CNC puede insertar eventos de sincronización y/o eventos de permanencia en la pantalla gráfica. En cualquier punto, el usuario puede pasar por la simulación o ejecutarla para ver en qué lugar van a estar los diversos componentes de la máquina multifuncional en cualquier momento determinado en el programa CNC y hacer los ajustes necesarios para

optimizar la utilización de la máquina. En algunos casos es posible colocar los códigos de sincronización en un programa CNC al nivel de operación. Para obtener un buen control, los códigos se deben verificar (y posiblemente ajustar) en la pantalla de código G para cada canal en paralelo. Trabajar con la salida de códigos G del postprocesador es un asunto clave para la programación exitosa de las máquinas-herramienta multifuncionales.

La mayoría de los sistemas CAM con una capacidad de sincronización de múltiples canales también proporcionan una pantalla de gráfica temporal, como la de NX CAM que aparece en la Figura 4.

La pantalla muestra las posiciones relativas de los códigos de sincronización y los períodos de maquinado o espera a través de todos los canales que pueda ofrecer la máquina, proporcionando una indicación gráfica del equilibrio de las operaciones de maquinado en los dispositivos disponibles.

Puede resultar especialmente útil vincular la herramienta de sincronización a la pantalla de simulación de la máquina-herramienta dentro del sistema CAM. La conexión de la sincronización con la función de simulación del modelo 3D dentro del sistema CAM proporciona una visión mucho más completa de lo que se mueve, dónde y cuándo, todo en el mismo sistema. Es más fácil divisar errores, ver pantallas de colisiones (o pérdidas cercanas) para movimientos de corte y de no corte.

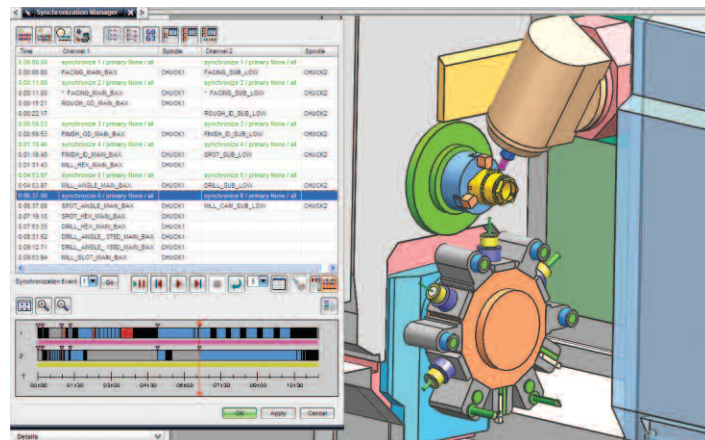


Figura 4: Gráfica temporal de sincronización de múltiples canales.

## Simulación de maquinado mediante código G

A menos que se realice la sincronización detallada en el nivel de código G fuera del sistema de programación CAM como una tarea aparte y posterior, es necesario contar con acceso directo a una visualización del código de salida del postprocesador (el “código G”) mientras se utiliza la aplicación de sincronización. Esto puede resultar difícil si el postprocesador es una aplicación separada o no plenamente integrada dentro del software CAM.

El acceso inmediato a un postprocesador integrado también permite que el sistema CAM ofrezca una simulación de máquina-herramienta que es expulsada de la salida del postprocesador y no de los datos de la trayectoria interna de la herramienta. Las simulaciones de máquinas de la trayectoria interna de la herramienta son útiles para verificación básica y brindan algún nivel de confianza, pero algunos sistemas CAM pueden adicionalmente ofrecer simulación mediante la salida postprocesada. Especialmente en las máquinas multifuncionales avanzadas, la simulación es importante, y la disponibilidad de simulación mediante código G asegura que los efectos del postprocesamiento se incluyan y se reporten.

## Postprocesamiento

El postprocesamiento es un elemento crucial de la solución de programación de máquinas-herramienta multifuncionales. Tales máquinas pueden requerir varias funciones del postprocesador para abordar las diversas combinaciones de fresado y torneado.

Canal	Eje principal	Eje secundario
Fresado con torreta superior	Post-1	Post-1
Torneado con torreta superior	Post-3	Post-2
Fresado con torreta inferior	Post-1	Post-1
Torneado con torreta inferior	Post-3	Post-3

Figura 5: Un sistema de postprocesadores individuales para métodos o dispositivos específicos se puede conectar automáticamente a un postprocesador vinculado.

Un enfoque consiste en crear un postprocesador grande que reúna a todo el conjunto. El reto con este enfoque es que ese postprocesador es muy complejo, difícil de escribir y aún más difícil para que alguien edite. Otro método consiste en disponer un sistema de postprocesadores (uno para cada función y dispositivo clave) y luego conectarlos con un “postprocesador de vínculo”. El resultado es una estructura lógica que es más fácil de desarrollar y editar posteriormente. Cada postprocesador vinculado está asociado a un dispositivo o método específico y el sistema se encarga de seleccionar automáticamente el postprocesador correcto.

## Piezas en proceso

Con el fin de eliminar el tiempo perdido “cortando aire”, un sistema CAM debe administrar el estado de la pieza en proceso (IPW) de una operación a la siguiente. A medida que un material de la pieza es eliminado por la trayectoria de una herramienta, el resultado se convierte en el blanco de la siguiente operación. Luego, las herramientas de corte son impulsadas para aproximar con seguridad la parte en modo rápido hacia dentro de una distancia clara mínima predefinida antes de cambiar a una velocidad de avance. En estas máquinas multifuncionales complejas con varias posiciones que sostienen el trabajo, es necesario transferir la definición de la pieza en proceso desde una ubicación a otra; por ejemplo, desde el eje principal al eje secundario. Las operaciones de maquinado realizadas en la pieza en el eje principal, se convierten en el blanco para la pieza del eje secundario.

El sistema debe realizar un seguimiento del IPW, si las operaciones del programa se vuelven a secuenciar o si el modelo cambia. El usuario sólo debe regenerar el programa, no volver a iniciarlo. Esta es una ayuda valiosa para la programación rápida y precisa.

## Sistemas de coordenadas

Al trabajar con máquinas multifuncionales, es importante saber seleccionar el sistema de coordenadas más adecuado o útil para cada conjunto de operaciones. Al lograr disponer un sistema de coordenadas aparte para cada dispositivo en la configuración CAM, se facilita la programación y mucho más la edición y depuración de los programas CNC. Al crear una operación, el programador simplemente elige el dispositivo correcto y cada uno tendrá su propio sistema de coordenadas de maquinado (MCS) para su respectivo programa cero.

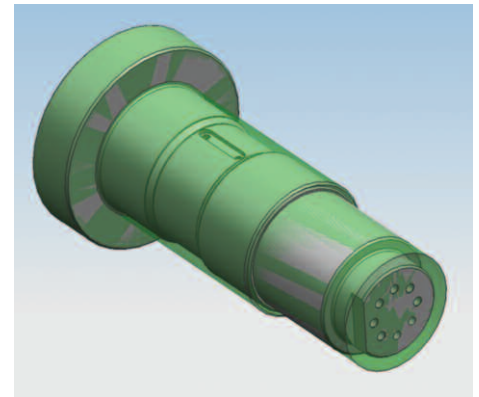


Figura 6: Pieza y blanco.

## Programación o producción, sin perder tiempo de máquina

Los operadores de máquinas bien capacitados con conocimientos muy detallados pueden preparar programas muy eficaces para partes precisamente en la máquina-herramienta que utiliza la interfaz del controlador. Sin embargo, esto significa que la máquina misma puede convertirse en parte del sistema de programación y depuración, de manera que éste inmoviliza la máquina mientras es programada. Pero los programas preparados en los sistemas CAM también se validan comúnmente en la máquina-herramienta, y el trabajo de configuración para cada labor nueva es otra tarea larga que ocupa tiempo de máquina.

Una manera de vencer este reto es utilizar una máquina virtual – una copia funcional de la máquina herramienta real y su controlador que corre solo en software, pero que es más completa y precisa que el sistema de simulación de maquinado tradicional. La idea es que la máquina virtual pueda comportarse como la verdadera: el modelo 3D de la máquina, las piezas, el herramental y cualquier dispositivo que ejecuta el trabajo se controlan en la pantalla de la computadora mediante software del controlador real.

En Siemens PLM Software Virtual Machine, el software del controlador central del controlador Siemens SINUMERIK está incorporado a este sistema de simulación avanzado. El software de control de movimiento (transmisiones, curvas de aceleración, etc.) y el software de interfaz de usuario (menús, diálogos y botones de selección en pantalla) del controlador Siemens SINUMERIK proporcionan una simulación del proceso de maquinado tan cercana a la realidad que se podría sentir la necesidad de editar y verificar programas de partes de CNC.

Los usuarios de la máquina virtual informan hasta un 90% de reducciones en el tiempo de configuración de la máquina, lo cual, desde luego, puede traducirse en más tiempo para que la máquina corte metal y genere dinero.



*Figura 7: Los operadores de máquinas pueden verificar los programas de NC y la configuración de la máquina para el siguiente trabajo al utilizar la máquina virtual sin incorporar la máquina-herramienta física.*



## Acerca de Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, unidad de negocios de la división de Siemens Industry Automation, es un proveedor líder a nivel mundial de programas de software y servicios para la administración del ciclo de vida del producto (PLM, por siglas en inglés) y cuenta con 6.7 millones de licencias y más de 63,000 clientes en todo el mundo. Con sus oficinas centrales en Plano, Texas, Siemens PLM Software trabaja en colaboración con empresas que entregan soluciones abiertas y que ayudan a transformar más ideas en productos exitosos. Para más información de los productos y servicios de Siemens PLM Software, visite [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm).

### Siemens PLM Software

#### Oficina central

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
Estados Unidos  
972 987 3000  
Fax 972 987 3398

#### México

Av. Santa Fe #505 Ofic. 201  
Col. Cruz Manca  
Del. Cuajimalpa  
México, D.F. 05349  
México  
+52(55)5261 4770  
Fax +52(55)5261 4799

#### Monterrey:

Pabellón Tec Local 38-9  
Av. Eugenio Garza Sada  
#427 Sur  
Col. Altavista  
Monterrey, N.L. 64840  
México +52(81)1234 2244  
Fax +52(81) 1234 2242

#### Sin Costo

001 866 529 0592

[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

© 2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Todos los derechos reservados. Siemens y el logotipo de Siemens son marcas comerciales registradas de Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, Jack, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix y Velocity Series son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. o sus subsidiarias en los Estados Unidos y en otros países. Todos los demás logotipos, marcas comerciales, marcas comerciales registradas o marcas de servicio que se utilizan en el presente documento son propiedad de sus respectivos dueños.

W11-ME 4746 5/10 L