

# Ventajas del control de colisiones integrado en los sistemas CAM

## ► ¿Qué es el control de colisiones?

El requisito principal para el control de colisiones es la detección de interferencias entre el portaherramientas, la propia herramienta y la pieza con la que se trabaja. Sin embargo, un programa de control de colisiones completo va mucho más allá.

Dado que los algoritmos están integrados en el sistema CAM, poseen acceso bidireccional a mucha más información que sólo el código CNC, las herramientas y el modelo. Algunas ventajas adicionales son:

- Prevención de colisiones en tiempo real
- Sugerencias de sendas alternativas
- Información sobre la longitud mínima de herramienta requerida para acabar el proyecto
- Identificación de las zonas del proyecto que no pueden alcanzarse, y que necesitarán un mecanizado más profundo o un proceso alternativo para ser completadas
- Toma en cuenta de los lugares en los que hay exceso de material para evitar una sobrecarga de la herramienta
- Habilidad para editar la senda durante la programación, ahorrando el tiempo necesario para recalcular una senda colisionada
- Consideración de las limitaciones específicas de los ejes de la herramienta
- Optimización de la velocidad y los movimientos para reducir la duración de los ciclos
- Posibilidad de comparar la pieza completada con el modelo original.

## ► Ventajas del control de colisiones

La ventaja principal del control de colisiones es, obviamente, evitar dañar la herramienta, la máquina y el proyecto. Todos estos elementos pueden ser muy costosos en cuanto a reparaciones, tiempo o reemplazamiento del equipo, así como una insatisfacción para el cliente. El control de colisiones integrado reúne estas tres necesidades básicas pero también proporciona algunas ventajas adicionales importantes:

- Ayuda a obtener más del proyecto completado en una operación
- Promueve la utilización de las herramientas más cortas y rígidas dentro de lo posible
- Permite mecanizar en 3+2 y 5 ejes con toda confianza
- Minimiza la carga de stock de las herramientas y aumenta así la duración de vida de las mismas
- Reduce los tiempos de programación
- Modifica de forma inteligente la senda para hacer que la programación sea simple y fiable

- Maximiza la utilización de las capacidades completas de la herramienta
- Acorta la duración de los ciclos
- Fabricación de la pieza correctamente desde la primera vez
- No se necesita una formación adicional para utilizar el programa.

## ► Programas individuales de control de colisiones

La ventaja principal es que se comprueba el código CNC, de manera que no se apoyan en cálculos internos de un sistema CAM, y pretenden imitar el control de la herramienta. Para algunas aplicaciones esta doble seguridad es muy importante, pero es un gasto considerable, innecesario para la mayoría de los proyectos, y se justifica cuando se asume que el control de colisiones interno de un sistema CAM no es fiable o no existe.

La misma lógica se puede aplicar a un sistema de verificación individual. ¿De qué forma simula la máquina y con qué fiabilidad interpreta el código CNC? Volver a comprobar una senda que ya ha pasado por un control de colisiones integrado en el sistema CAM reducirá, obviamente, las posibilidades de que haya un error no detectado, pero, ¿había algún riesgo en primer lugar?

Los sistemas CAM modernos son, en general, muy fiables. WorkNC en concreto posee un récord envidiable de fiabilidad, importante para crear sendas seguras, y considerando totalmente la cinemática de la máquina.

Las desventajas de añadir un sistema de verificación individual serán una formación adicional y unas aptitudes necesarias para su operación, el tiempo adicional requerido para programarlo - un paso adicional en el proceso de producción y el coste de la inversión. Escoger un sistema CAM como WorkNC, que posee un control de colisiones integrado extenso, y que tiene una reputación por su fiabilidad, es claramente una mejor solución.

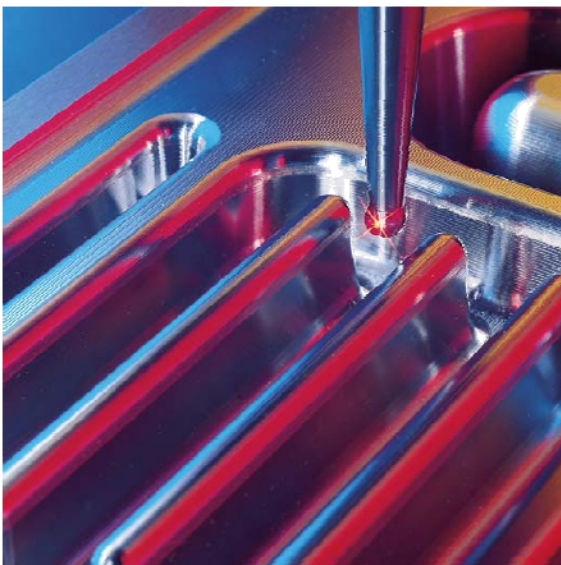
## ► Detección de interferencias:

Este es el propósito principal de un sistema de control de colisiones. Los sistemas integrados e individuales proporcionan esta función básica. En WorkNC, el usuario puede configurar un límite de proximidad adicional al sobreespesor, de manera que el sistema detectará los movimientos que se encuentren dentro de estos límites. Además, el usuario puede definir la herramienta, su portaherramientas, y parte del husillo, de manera que todos los elementos se compararán con la pieza original, abrazaderas, y cualquier superficie que no vayan a mecanizarse.

Para verificaciones en 3+2 ó 5 ejes más complejas, la máquina entera puede modelarse para que se pueda detectar también cualquier interferencia con las piezas de la máquina. Para acelerar el proceso, WorkNC permite al usuario ver y comprobar sólo las partes relevantes de la senda. Por ejemplo, un proyecto grande puede tener una cavidad pequeña, y el programador sabe que esta es la zona que puede provocar una colisión. El programa le permite examinar sólo la cavidad, haciendo que sea innecesario ver el resto de zonas, que ya sabe que funcionan correctamente.

Sobrepasar los límites de la máquina puede ser un serio problema, especialmente en aplicaciones en 5 ejes. Cada máquina tiene sus propias características, especialmente en ejes rotativos. Por ejemplo, la máquina Auerbach IA 5 B posee un límite de ángulo de inclinación de  $-95^\circ$  a  $+95^\circ$ , mientras que la máquina DMG DMC 75V posee un límite de ángulo de inclinación de  $-110^\circ$  a  $+9.5^\circ$ . WorkNC es capaz de considerar esto para que se puedan añadir movimientos de reposicionamiento antes de que se alcancen los límites, permitiendo así que el mecanizado continúe sin ser interrumpido.

Existen muchas ventajas para esta tecnología. Algunas empresas pueden utilizar cortes de prueba para asegurarse de que el programa es correcto. Esto malgasta el tiempo de mecanizado, y reduce la capacidad disponible, y se añade directamente al coste de las piezas. Un sistema de programación fiable con control de colisiones integrado hace que esto sea completamente innecesario.



La confianza en la senda producida se añadirá a la competencia de los operadores de la máquina, permitiéndoles obtener la máxima productividad de las máquinas. Los programas no fiables causan serios problemas en el proceso de producción. No sólo hay costes directos por las herramientas rotas o la maquinaria dañada, sino que también hay costes escondidos que pueden suponer un impacto en los futuros negocios, como demoras en el esquema de producción, interrupciones de otros trabajos, daños potenciales al personal, piezas rotas en pedazos, demoras debido a los tiempos de corrección de programación excesivos, periodos de inactividad mientras se espera que se arreglen las máquinas o que

traigan unas nuevas, mecanizado más lento debido a un operador mucho más cauteloso y clientes insatisfechos.

Escoger un sistema CAM fiable como WorkNC con un control de colisiones integrado permitirá a las empresas evitar todos estos problemas y producir programas optimizados de manera que el mecanizado CNC se convierta en la operación suave y sin problemas que debería ser.

**Simon Doleman, Jefe de producción de Expert Tooling & Automation, comenta: "WorkNC es de máxima importancia para nosotros y estamos muy contentos con él. Lo que antes era una fuente de problemas se ha convertido ahora en un ejercicio rutinario, lo que nos da una confianza absoluta en los resultados que produce WorkNC. También estamos encantados con el apoyo que recibimos de parte de SESCOI. Sus ingenieros nos ayudaron con los clientes, asegurándose de que los programas 5 ejes que proporcionábamos funcionaban perfectamente en sus máquinas".**

#### ► Evitar las colisiones

Esta función sólo es posible en un sistema CAM con control de colisiones integrado, porque cualquier interferencia entre el portaherramientas y la pieza con la que se trabaja debe remitirse a los cálculos de la senda, para que se pueda encontrar una solución segura mientras continúa la programación..

Un sistema individual sólo puede funcionar con el código CNC generado o con datos CL (situación de la herramienta), por lo que si se detecta una colisión, el programador debe volver al sistema CAM, encontrar el error, corregirlo y recalcular la senda. A veces esto puede llevar mucho tiempo.

WorkNC genera sendas que evitan las colisiones automáticamente para sus sendas de desbaste y de 5 ejes de Auto 5. Para las sendas de desbaste, genera sólo sendas que no han colisionado, y actualiza el modelo de stock para mostrar dónde queda material. El programador puede ver claramente que se necesitan operaciones adicionales de semi acabado. Esto puede implicar una herramienta diferente, inclinar el proyecto para cortes en 3+2 ejes, o mecanizado en 5 ejes.

Para las operaciones de acabado que, por definición, sólo necesitan eliminar una pequeña cantidad de material, WorkNC puede calcular la senda y dividirla en secciones colisionadas y no colisionadas. Para la sección con colisión, el sistema recomienda una nueva longitud de herramienta para un mecanizado seguro. El programador puede o bien aceptar esta opción, o bien alcanzar estas partes del proyecto por otros medios. En cualquier caso el modelo restante muestra claramente cualquier zona no mecanizada. Donde el mecanizado es imposible, el ingeniero puede utilizar el modelo restante para ver exactamente qué se necesita hacer para acabar la pieza, y luego puede producir el detalle final mediante electroerosión, por ejemplo.

Programar en 5 ejes requiere algún tipo de verificación y control de colisiones. No sólo hay grandes posibilidades de que la herramienta y su portaherramientas choquen contra el proyecto, sino que es probable que se excedan los límites rotacionales de la máquina. El módulo Auto 5 de WorkNC resuelve dinámicamente estos problemas y simplifica la programación en un solo paso.

Programar en 5 ejes es fácil al preparar la senda en 3 ó 3+2 ejes como una normal, utilizando cualquiera de las estrategias de desbaste y acabado disponibles en WorkNC. El resultado pasa entonces al módulo Auto 5, que cambia automáticamente la senda a una completa y continua en 5 ejes. Auto 5 ofrece nueve opciones para controlar cómo se generan los movimientos en 5 ejes, permitiendo al programador escoger la mejor solución para la topología de la superficie.

#### **Las opciones más conocidas de Auto 5 son:**

- Vertical - en la que la herramienta se mantiene todo lo vertical que puede, y sólo se inclina donde es necesario para alcanzar una zona concreta
- Constante a eje - en la que la herramienta se mantiene a un ángulo constante a la vertical siempre que sea posible
- Normal la superficie - en la que la herramienta es perpendicular a la superficie que se está cortando, y está recomendada para formas suaves
- Sin cambio - en la que la herramienta se mantiene en el mismo ángulo todo lo posible, la ventaja de esto es que demasiados movimientos rotacionales ralentizarán seriamente la máquina, por lo que mantener un ángulo constante hasta que sea absolutamente necesario cambiarlo, reducirá los tiempos de mecanizado de manera significativa.

Mientras se generan las sendas en 5 ejes, el programa comprueba continuamente las colisiones y los límites de la máquina para la máquina individual. Cuando se acerca a los límites, WorkNC introduce automáticamente movimientos de reposicionamiento en los ejes rotativos. Esto hace que la máquina siga funcionando continuamente y permite que se acabe una mayor cantidad de la pieza de una sola vez. Si esta comprobación se deja para una vez que el proyecto se haya postprocesado, es muy probable que se produzca una colisión cuando se compruebe con un sistema de verificación individual. El programador tendrá que volver entonces al sistema CAM, encontrar el exceso en el eje, corregirlo, re-postprocesar el proyecto y finalmente comprobar la senda de nuevo. Claramente, es mejor evitar las colisiones en primer lugar, como hace WorkNC, al comprobar las interferencias y los límites durante la programación.

***Drazen Vincekovic, de Adelaide Pattern Tooling & Design, comenta el uso de WorkNC Auto 5, que transforma automáticamente las sendas 3 ejes en 5 ejes. "Generalmente, empezamos con una herramienta de 40mm y un Desbaste de alta velocidad. Después re-desbastamos con una herramienta de cabezal 16mm y un carburo de 10mm con las operaciones Remecanizado por contorno y Bitangentes paralelas..."***

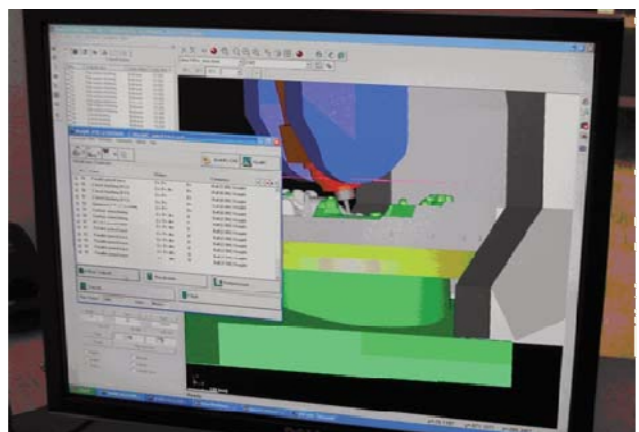
***Ejecutamos todas las sendas en Auto 5, lo que nos permite escoger paredes de 70-80 mm de alto utilizando las herramientas más cortas posibles, inclinando la herramienta en 5 ejes para alcanzar zonas del proyecto que se otra manera serían inalcanzables. Ahora no utilizamos ninguna herramienta EDM. Anteriormente habíamos utilizado 10 ó 20 electrodos en cada modelo. Esto ha dado como resultado un 40% de tiempo ahorrado".***

#### **► Visualizar la máquina completa**

Tanto los sistemas de control de colisiones integrados como individuales pueden hacer esto. Normalmente sólo es necesario para los programas en 5 ejes, e incluso para éstos, puede restringirse a zonas de problemas como cavidades o grandes zonas verticales.

WorkNC utiliza el módulo VisuNC, en el que el usuario puede modelar la máquina completa y todos sus límites de ejes. Al ejecutar el programa 5 ejes con VisuNC, el programador puede identificar zonas con problemas y luego editar la senda donde sea necesario. VisuNC marcará automáticamente las colisiones y posibles problemas, y permitirá al programador realizar funciones como cortar una parte de la senda, suavizarla o añadir puntos adicionales al principio o al final.

Los operadores de máquinas encontrarán esto muy útil para las sendas estándar en 5 ejes en WorkNC como el mecanizado de tubos, turbinas o sendas rodando. Auto 5 evita las colisiones mientras calcula. Para estas aplicaciones que son más especiales, la ventaja es ser capaz de realizar las comprobaciones en el mismo ambiente que la programación, y alterar las sendas mientras progresa la programación. Los sistemas individuales conseguirán los mismos resultados, pero desde datos postprocesados, lo que significa que el ingeniero tiene que volver al sistema CAM para realizar las correcciones, lo cual consume mucho tiempo y es más complejo.



***Jon Ingleby, de Gordon Murray Design, que está desarrollando el T.25 City Car, comenta: "Nunca hemos tenido ningún problema con WorkNC, así que podemos dejarlo trabajando por la noche, confiando totalmente en los resultados, mientras nosotros podemos hacer otras tareas".***

### ► Optimización de la senda

Para acortar los ciclos de mecanizado, los maquinistas quieren minimizar los cortes en vacío, reducir el número de movimientos de retracción, acortar las sendas de movimientos rápidos y mantener la herramienta en el material el mayor tiempo posible. Además, necesitan mantener las cargas de herramienta fijas y bajas, producir trayectorias de herramientas suaves y eliminar cambios de dirección bruscos.

Así como acortar tiempos de mecanizado, mejorar estos principios aumentará la duración de vida de la herramienta, reducirá el desgaste de la máquina y mejorará la calidad de la pieza acabada..

Los sistemas de verificación individuales tienen la habilidad a veces de optimizar la senda de esta manera, uniendo sendas, optimizando las velocidades y eliminando los cortes en vacío.

WorkNC ya incluye estas funciones en sus estrategias. Los movimientos trocoidales se introducen donde es necesario, el suavizado de esquinas elimina los cambios bruscos de dirección, nuevos algoritmos han reducido el número de movimientos de retracción, y los modelos de stock y de material restante aseguran que los cortes en vacío sean mínimos. Además, el conocimiento de la situación y la profundidad del material que se va a cortar permite al programa mantener la carga de herramientas constante, reduciendo las posibilidades de que la herramienta se rompa, incluso en materiales duros de mecanizar.

Para llevar la optimización al grado "n", SESCOI puede ofrecer NCSpeed, que funciona en los datos postprocesados y utiliza cálculos volumétricos para ajustar las velocidades. Esta etapa adicional puede ser especialmente útil para herramientas largas y finas, mejorando las condiciones de corte y reduciendo la duración de los ciclos.

### ► Simplicidad, velocidad y productividad

Ser capaz de comprobar las colisiones en el sistema CAM proporciona ventajas importantes a los programadores. El hecho de tener que aprender el funcionamiento de un solo sistema elimina la confusión de operar varios paquetes de software. WorkNC Dental ha sido especialmente creado para ser muy fácil de utilizar. Esto tiene muchas ventajas, incluyendo la habilidad de programar en el taller, la posibilidad de disponer de más personas como operadores, lo que mejora la flexibilidad del personal, una curva de aprendizaje más corta, unos niveles de utilización del programa más altos y unos programas CNC fiables.

La velocidad de programación será mucho más rápida en un sistema integrado, así como la programación y el control de colisiones al mismo tiempo. El control de colisiones va más allá, modificando la senda de antemano, en lugar de corregirla después, siendo ésta la única forma de corregirla en los sistemas de verificación individuales que funcionan desde códigos CNC..

El control de colisiones integrado aumentará los niveles de productividad. Se pueden utilizar herramientas más cortas y rígidas, así como técnicas 5 ejes, que permitirán a las piezas ser completadas en una operación y con una mejor calidad.

Los operadores y responsables tendrán confianza en la sendas fiables producidas, que aumentarán la eficacia de cada máquina y permitirán operaciones sin supervisión fuera de las horas normales de trabajo.

***CERPI ha triunfado en la industria aeroespacial con la ayuda de WorkNC. Louis Ristic, de la empresa, comenta: "La llegada del mecanizado en 5 ejes a WorkNC ha sido un gran paso hacia adelante para nosotros porque ahora tenemos todas las funciones para poder crear programas de mecanizado en 5 ejes de alta calidad. Es tan fácil de utilizar que hemos acortado los tiempos de programación en un factor de 4 ó 5. Además, podemos modelar la geometría de la pieza y mecanizar cinemáticas para simular y validar nuestros programas en la pantalla antes de la fabricación. Esto aumenta la seguridad, las pruebas son innecesarias y nos permite utilizar las máquinas sin supervisión durante la noche, lo que es muy útil para proyectos que necesitan largos tiempos de ciclos como los de Airbus".***

### ► Conclusión

Los programas individuales de verificación de sendas y control de colisiones son útiles pero, para la mayoría de aplicaciones, los sistemas CAM como WorkNC, que tienen integrado el control de colisiones, hacen exactamente el mismo trabajo e incluso suponen ciertas ventajas en cuanto a la facilidad de uso, unas funciones más avanzadas, operación interactiva, velocidad y simplicidad.

La ventaja más importante de los sistemas integrados es el evitar las colisiones, que no está disponible en los sistemas de verificación individuales. Esta función corrige la senda a medida que progresa la programación, eliminando la necesidad de encontrar y corregir errores una vez que el proyecto ha sido postprocesado. El control de colisiones produce una senda que es eficaz, segura y rápida..

En el pasado, los sistemas CAM eran menos fiables, pero los sistemas modernos como WorkNC han demostrado que se pueden operar con confianza. Muchos de sus usuarios realizan a menudo  mecanizados en un solo clic con total confianza, por lo que repetir el paso de verificación en un sistema individual es innecesario, lleva mucho tiempo y es caro. Al instalar WorkNC con su control de colisiones integrado, las empresas obtendrán un sistema que optimiza el proceso de mecanizado para una productividad y un aprovechamiento máximos.