
Optimizar el tiempo del ciclo Máquinas ISO

Índice

1	Generalidades.....	4
1.1	Contenido del documento.....	4
1.2	El tiempo de ciclo.....	4
1.3	Cada segundo cuenta.....	4
1.4	Proceso de realización de una pieza.....	4
1.5	¿Dónde podemos visualizar el tiempo de ciclo?.....	5
2	Definición del proceso de trabajo.....	6
2.1	Definición del plan de operaciones.....	6
2.2	Elección de las herramientas.....	7
2.3	Elección de los procesos de mecanizado.....	7
2.4	Montaje de las herramientas.....	8
2.5	Recuperación de la pieza en el cañón.....	10
2.6	Trabajo sin cañón.....	10
2.7	Alimentar varias piezas por apriete.....	10
2.8	Las barras.....	11
2.9	Bomba AP.....	11
2.10	Realizar la pieza del revés.....	11
2.11	Opción de precalentamiento de máquina.....	12
3	Orientación de las herramientas.....	13
3.1	Llamada de herramientas en tiempo oculto.....	13
3.2	Acercamiento de las herramientas.....	15
3.3	Liberación de las herramientas.....	16
3.4	Acercamiento/Liberación de una fresa en extremo.....	16
3.5	Acercamiento/Liberación de una fresa para ranurar.....	17
4	Mecanizados simultáneos.....	18
4.1	Desbastado-acabado simultáneo.....	18
4.2	Super-imposición.....	19
4.3	Tres herramientas simultáneas en el material.....	20
4.4	Taladrado en operación y contra-operación de forma simultánea.....	21
5	Programación.....	22
5.1	¿Dónde ganar tiempo en el programa?.....	22
5.2	Programa modelo.....	22
5.3	Fuera de bucle.....	22
5.4	Comentarios.....	22
5.5	Número de líneas de código.....	23
5.6	Repetición de códigos.....	23
5.7	Llamada de subprograma.....	24

5.8	Sincronizaciones de canales.....	24
5.9	Contorneado vinculado/Parada precisa.....	24
5.10	Evitar los retornos a la posición de referencia	25
5.11	Optimizar las temporizaciones	25
5.12	Posicionamiento en eje c.....	26
5.13	Transmit	26
5.14	Corte de piezas.....	27
5.15	Control de rotura de cortador	29
5.16	Taladrado-desatacado.....	29
5.17	Trabajo durante alimentación de material	30
5.18	Toma de pieza por el contra-husillo	32
5.19	Gestión del expulsor	32
6	Para los expertos en programación	33
6.1	Eliminación de las macros	33
6.2	Macro B	33

1 Generalidades

1.1 Contenido del documento

Este documento es la primera edición de «Trucos y consejos» de Tornos. Con este documento, deseamos poner nuestra experiencia en aterrajado a su servicio. Esta primera edición va a tratar un tema muy importante en el mundo del aterrajado, es decir: el tiempo de ciclo.

1.2 El tiempo de ciclo

Pero, ¿qué es el tiempo de ciclo?

El tiempo de ciclo es el tiempo que la máquina tarda en producir una pieza.

Por tanto, el tiempo de ciclo tiene una importancia capital en el mundo del aterrajado.

Cada pieza mecanizada genera ingresos para la empresa que la produce.

Cuanto más rápida es una máquina a la hora de mecanizar una pieza, más piezas se producirán en un tiempo dado y más ingresos entrarán en las cuentas de la empresa.

1.3 Cada segundo cuenta

Tomemos un ejemplo concreto:

Imagine lo siguiente:

- una serie de piezas que precisa una producción masiva en un año.
- un parque de 10 máquinas destinadas al mecanizado de esta pieza.
- una producción a tiempo completo 24 horas/7 días.
- un tiempo de ciclo para realizar la pieza de 65 segundos.
- un precio por pieza de 1.-

La capacidad máxima de su taller es de **4.851.692 piezas/año**, es decir, un volumen de negocios de **4.851.692.-/año**.

Ahora, imagine que consigue reducir su tiempo de ciclo en tan solo 2 segundos; en ese caso la capacidad máxima de su taller pasaría a ser de **5.005.714 piezas/año**, es decir, un volumen de negocios de **5.005.714.-/año**.

Los 2 segundos escasos que ha ganado le han permitido ingresar **154.022.-**.

1.4 Proceso de realización de una pieza

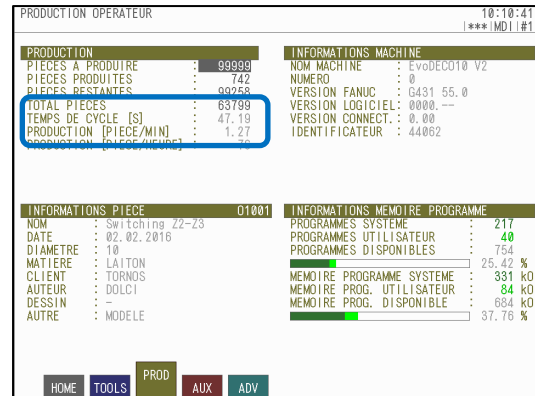
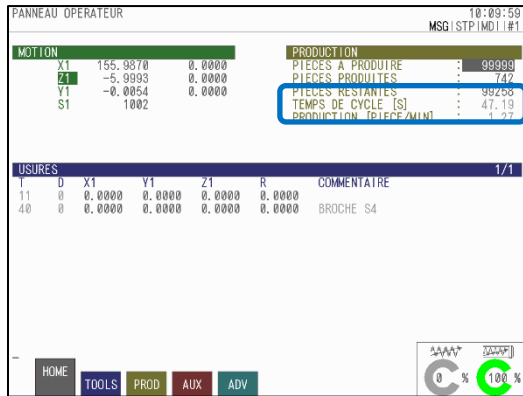
Es importante saber que cada etapa de realización de una pieza es clave para obtener un tiempo de ciclo óptimo. He aquí las diferentes etapas:

- 1) Definir el plan de operaciones
- 2) Definir la lista de herramientas
- 3) Programar la pieza
- 4) Realizar la preparación
- 5) Desarrollar el programa en la máquina (obtener la pieza correcta)
- 6) Optimizar el tiempo de ciclo mediante la adaptación del programa

1.5 ¿Dónde podemos visualizar el tiempo de ciclo?

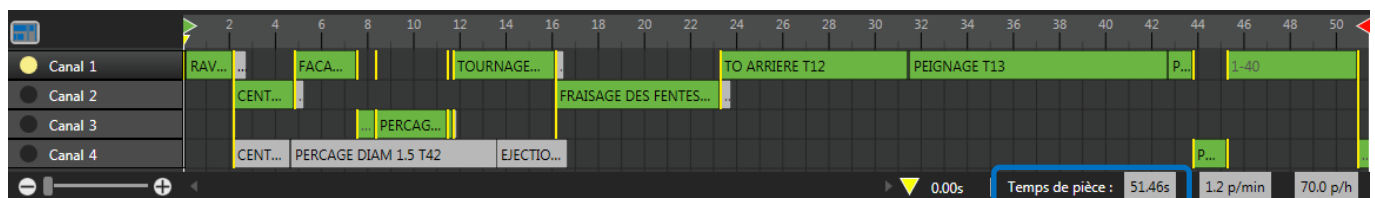
En las máquinas Tornos ISO de última generación, es posible visualizar el tiempo de ciclo en la interfaz T-MI (página de la CNC).

Basta con ir a la página «HOME» o «PROD» del T-MI.



Nunca tenga en cuenta el primer tiempo de ciclo; siempre es necesario esperar al segundo turno del programa para obtener un tiempo representativo. También hay que saber que se trata de un cronometraje real y que pueden existir pequeñas fluctuaciones entre un ciclo y otro.

Debe tener en cuenta asimismo que el software de programación TISIS permite obtener una estimación del tiempo de ciclo.



2 Definición del proceso de trabajo

2.1 Definición del plan de operaciones

La clave para conseguir un tiempo de ciclo óptimo es, lógicamente, realizar el máximo de operaciones en paralelo. Para ello se debe organizar el plan de operaciones de manera inteligente para utilizar lo mejor posible todos los canales de la máquina.

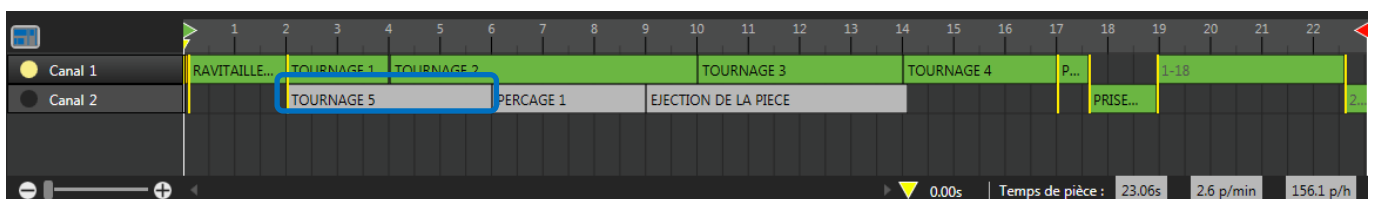
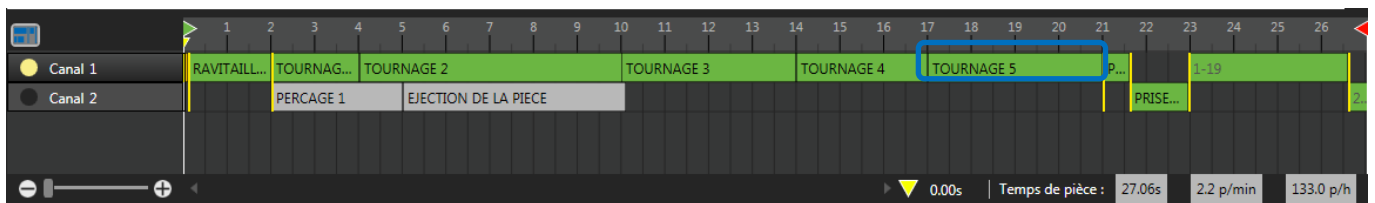
Por ejemplo, en una máquina sencilla de 2 canales, podemos preguntarnos si no sería más sensato realizar operaciones de torneado en contra-operación para equilibrar lo mejor posible los tiempos de mecanizado en los 2 canales.

Puede resultar interesante saber que ciertos fabricantes de herramientas proponen soluciones para disponer de un porta-plaquetas para realizar torneado en posiciones en extremo. Esto presenta la ventaja de poder realizar más operaciones de torneado en contra-operación.



Ejemplo:

En el ejemplo siguiente, hemos desplazado la operación «Torneado 5» a contra-operación y, de este modo, reducido el tiempo de ciclo en 4 preciosos segundos.



2.2 Elección de las herramientas

Para disponer de un tiempo de ciclo óptimo, es importante tener los tiempos de mecanizado más bajos posible (tiempo que pasan las herramientas en el material).

Para ello, hay que contar con la herramienta más adecuada en función de la pieza a mecanizar.

A la hora de elegir las herramientas, hemos de tener en cuenta:

- Las características de la herramienta
- El revestimiento de la herramienta
- La rigidez del soporte
- El número de dientes (para una fresa)
- El rociado integrado (por el centro)

Invertir en herramientas de moldeo también puede resultar beneficioso. De esta forma podrá mecanizar varios elementos de una pieza en una sola operación.



Disponer de un conjunto de herramientas adecuado es una inversión importante. Una vez dicho esto, si su conjunto de herramientas le permite avances más elevados hacia el material o pases de desbaste más importantes, los tiempos de ciclo se van a reducir y también el precio de coste de las piezas.

2.3 Elección de los procesos de mecanizado

Siempre resulta interesante plantearse la pregunta, es decir, averiguar si el proceso de mecanizado seleccionado es el mejor en términos de tiempo de ciclo.

Paso de tornillo:

Para realizar un paso de tornillo, ¿lo más sensato es hacerlo por peinado (varias pasadas)?
¿Había considerado alguna vez un roscado por torbellino o un cilindrado, a menudo, operaciones más rápidas (una sola pasada)?

Mecanizado de los planos:

Para realizar varias caras planas en una pieza, ¿había considerado el poligonado pues es una alternativa bastante más rápida al fresado transversal?

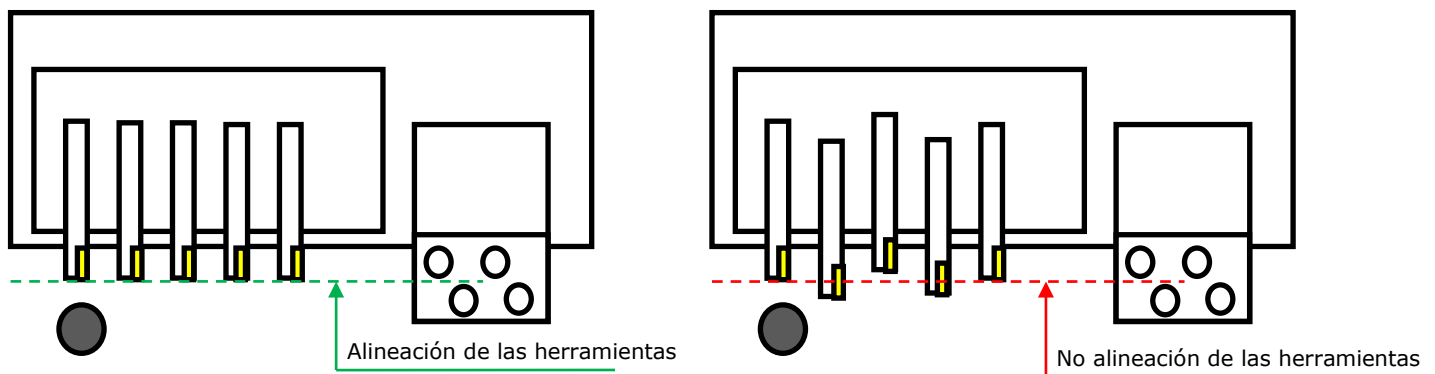
2.4 Montaje de las herramientas

El montaje de las herramientas tiene una importancia fundamental para el tiempo de ciclo. Siempre hay que pensar en los elementos siguientes:

- Geometrías de las herramientas
- Sentido de las herramientas
- Orden de las herramientas (según el proceso)
- Acercamiento de las herramientas

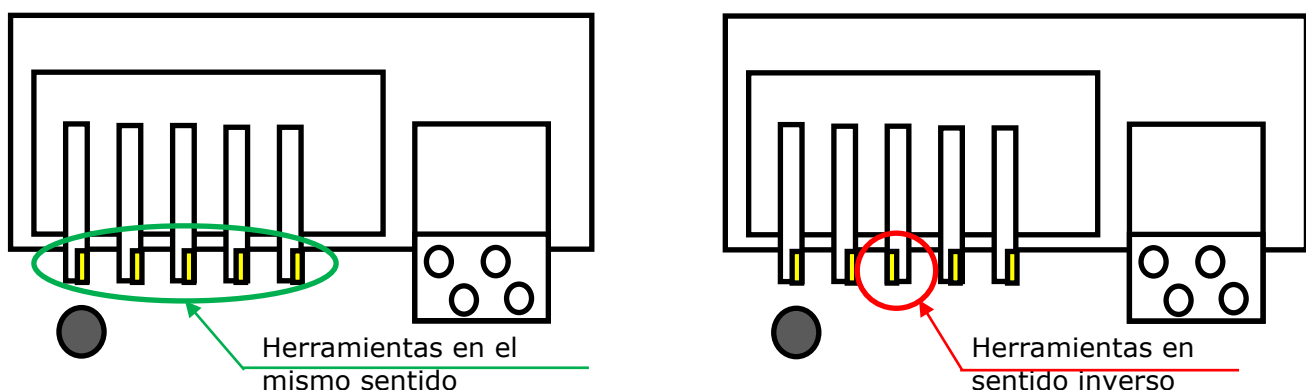
Geometrías de las herramientas:

Es importante intentar tener las mismas geometrías (X y Z) en todas las herramientas de un mismo sistema. Esto permitirá reducir al máximo los desplazamientos de los ejes durante la orientación de las herramientas.



Sentido de las herramientas:

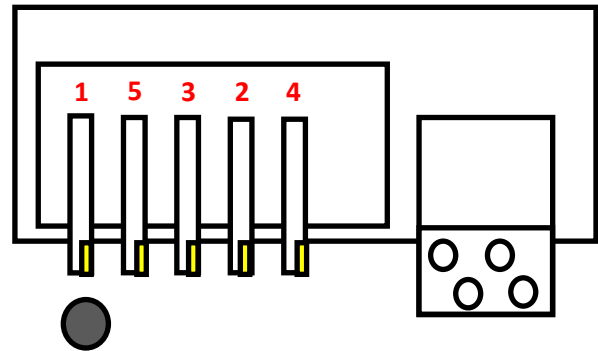
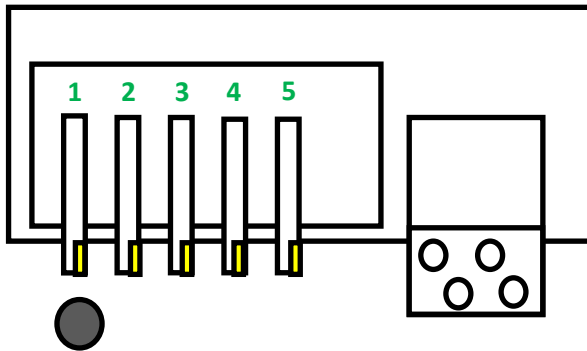
Es importante tener las herramientas (porta-plaqueta) en el mismo sentido. Esto evita las inversiones de sentido de rotación del husillo de material, lo que consume tiempo de ciclo.



Es interesante constatar que, durante la toma de pieza, en principio, el contra-husillo gira en sentido antihorario [M404], lo que se debe al sentido de los buriles. Y, con mucha frecuencia, utilizamos el contra-husillo para trabajar con las brocas en contra-operación. En principio el contrahusillo debe invertir su sentido de giro [M403], lo que puede hacer perder tiempo de ciclo. En este caso, sería interesante utilizar brocas que corten a la izquierda con el fin de evitar las inversiones del sentido de giro.

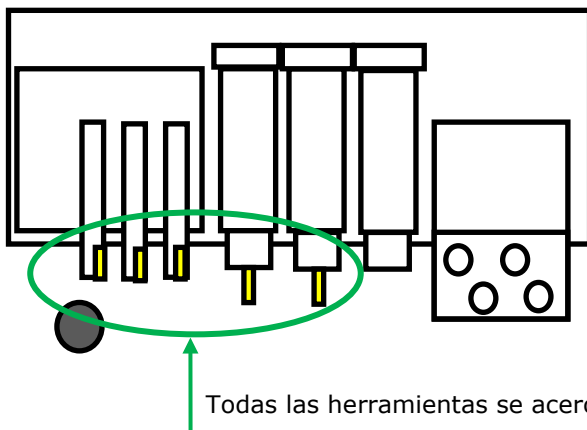
Orden de las herramientas:

Es importante que las herramientas estén colocadas en el orden correspondiente al proceso de mecanizado. Lo que significa que la primera herramienta utilizada debe encontrarse junto a la segunda, la segunda herramienta utilizada al lado de la tercera y así sucesivamente. Así se evitan las idas y venidas del sistema de herramientas durante las orientaciones.

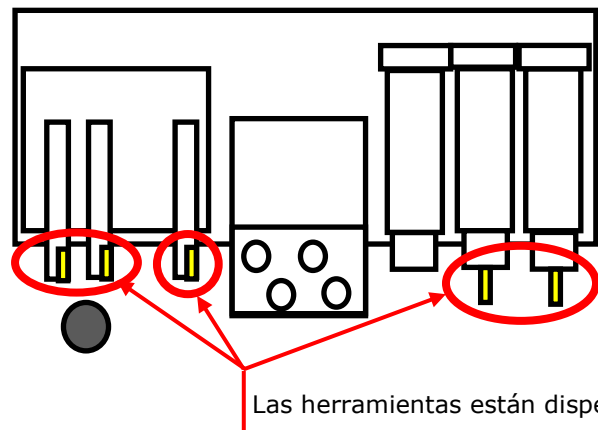


Acercamiento de las herramientas:

Es importante intentar acercar al máximo las herramientas antes de ser utilizadas. Todo ello con el objetivo de reducir al máximo los desplazamientos de los ejes durante la orientación de las herramientas.



Todas las herramientas se acercan



Las herramientas están dispersas

Mencionar asimismo que ciertos fabricantes de herramientas proponen soportes que permiten un acercamiento máximo entre las herramientas lo que, además de aumentar el número de herramientas utilizables en la máquina, presenta la ventaja de reducir el tiempo de orientación de las herramientas.



2.5 Recuperación de la pieza en el cañón

Si la pieza lo permite, Tornos propone soluciones para recuperar la pieza directamente en el cañón. Esto evita la toma de pieza en contra-husillo y le hace ganar tiempo.

2.6 Trabajo sin cañón

Varias máquinas Tornos permiten trabajar sin cañón. Una de las ventajas de trabajar sin cañón es reducir el largo de la viruta. Al reducir el largo de la viruta, ahorraremos material y, además, reducimos el número de alimentaciones de nuevas barras. De esta manera, ganamos tiempo. Esto puede ser interesante para las series muy largas.

Tornos recomienda no hacer piezas de un largo superior a 3 veces su diámetro en modo sin cañón.

2.7 Alimentar varias piezas por apriete

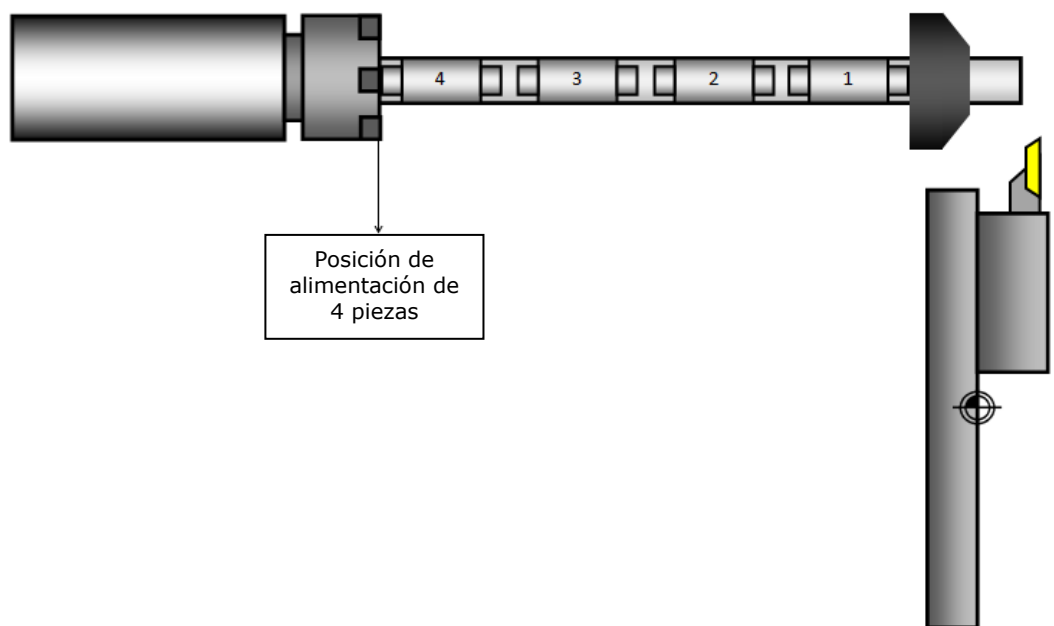
Por defecto, la máquina ejecuta una pieza por apriete.

Si la carrera del cabezal lo permite, puede ser interesante alimentar varias piezas por apriete; esto permite reducir el tiempo de ciclo medio de mecanizado de una pieza.

Este fenómeno se produce porque el tiempo de aperturas y cierres de la pinza de husillo, sus temporizaciones respectivas y la temporización de fin de movimiento Z durante la alimentación solo se tienen en cuenta una vez para el número de piezas alimentadas.

Nota: Cuantas más piezas mecanizamos por apriete, más preciso debe ser el valor introducido en el ancho del cortador (G801 B_).

Valores indicativos	
Número de piezas por apriete	Tiempo de ciclo ganado por pieza [seg.]
1	0
2	0.75
3	1
4	1.125
5	1.2
6	1.25
7	1.285
8	1.312
9	1.333
10	1.35



2.8 Las barras

Las barras utilizadas pueden también tener su importancia en cuanto al tiempo de ciclo.

Su rectitud es muy importante y, si está garantizada, cuanto más larga es la barra, con menor frecuencia será necesario alimentar una nueva barra y, de este modo, se gana en productividad.

Las barras perfiladas también pueden ser una buena solución para ganar tiempo de ciclo. Por ejemplo, con una barra de 6 lados, esto puede evitar la necesidad de realizar mecanizados que tomen tiempo. Resulta relativamente fácil a día de hoy encontrar barras perfiladas, así como pinzas y cañón de forma.

El mecanizado de barras tubulares también puede ser interesante y esto evita taladrados y el corte de piezas se reduce por no tener que cortar hasta el centro.

2.9 Bomba AP

Tornos propone numerosas soluciones en términos de bomba de alta presión (AP). Estas bombas AP son interesantes para el tiempo de ciclo por 2 motivos:

- Permiten una mejor evacuación de las virutas y, por tanto, del calor. Lo que suele permitir un ligero aumento de los avances de mecanizado.
- Permiten una mejor evacuación de las virutas, lo que puede evitar paradas de máquina para la retirada manual de las mismas.

2.10 Realizar la pieza del revés

¿Había considerado la posibilidad de realizar la pieza en el otro sentido? Dicho de otro modo, hacer la parte mecanizada en operación en contra-operación y viceversa. A menudo, es interesante plantearse la pregunta. En ocasiones, permite ganar tiempo.

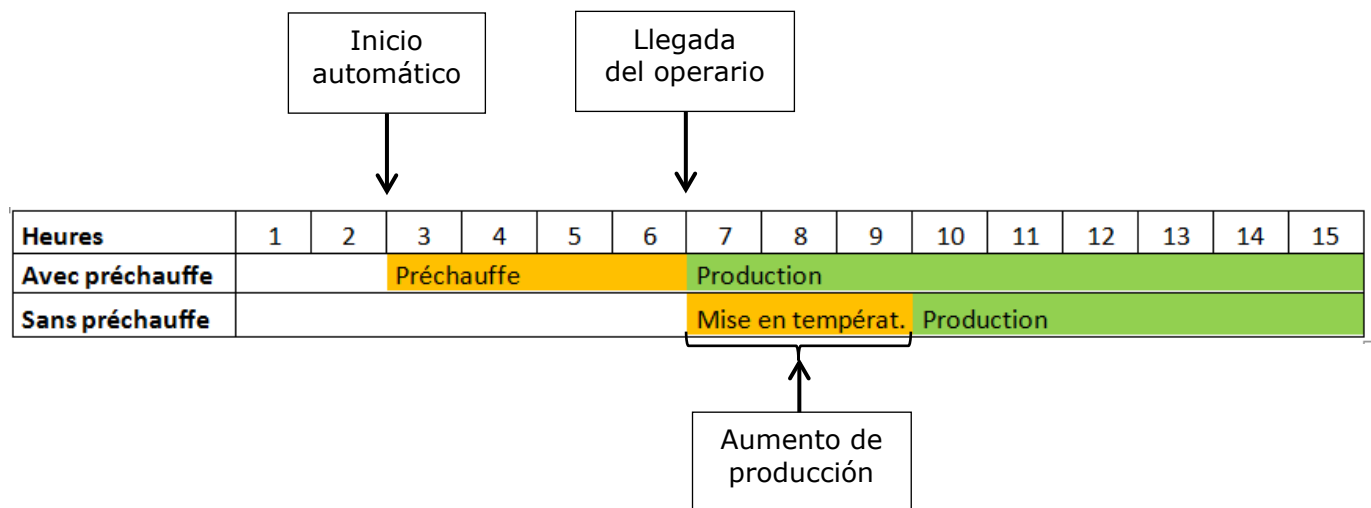
Puede resultar interesante saber que ciertos fabricantes de herramientas proponen soluciones para disponer de un porta-plaquetas para realizar torneado en posiciones en extremo. Esto presenta la ventaja de poder realizar más operaciones de torneado en contra-operación.



2.11 Opción de precalentamiento de máquina

Tornos propone en opción una función de precalentamiento de la máquina para las piezas muy precisas. La máquina puede así arrancar automáticamente, en modo sin material, en una fecha y a una hora definidas con antelación. La ventaja de esta función es ganar el tiempo de espera de puesta en temperatura de la máquina.

Ejemplo:

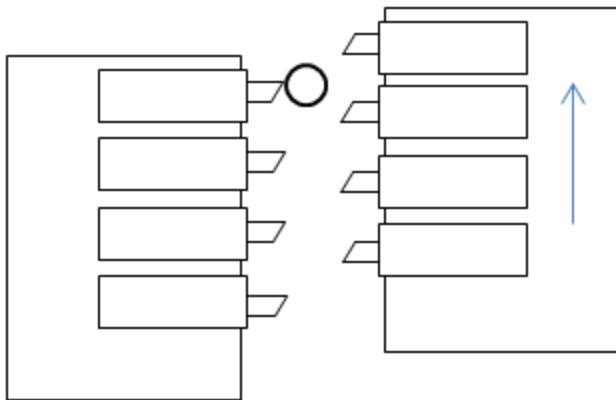


3 Orientación de las herramientas

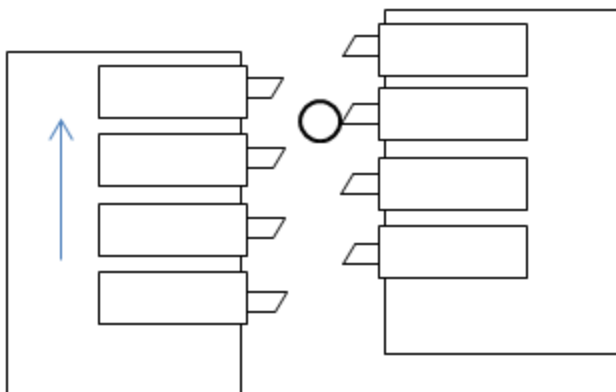
3.1 Llamada de herramientas en tiempo oculto

En las máquinas que poseen sistemas de herramientas independientes (EvoDECO, SwissNano) para trabajar la barra, piense en organizarlas de forma inteligente a fin de poder orientar las herramientas mientras que el otro sistema se encuentra en pleno mecanizado y viceversa.

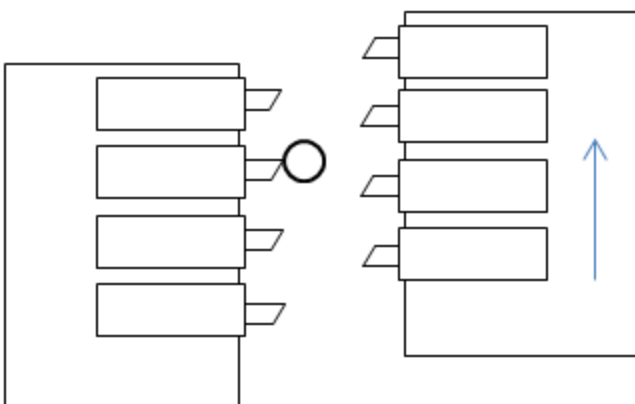
Ejemplo:



Mecanizado con una herramienta del peine 2
En paralelo, preparación de la próxima herramienta del peine 1



Mecanizado con una herramienta del peine 1
En paralelo, preparación de la próxima herramienta del peine 2



Mecanizado con una herramienta del peine 2
En paralelo, preparación de la próxima herramienta del peine 1

Nota: del mismo modo, es muy interesante poner en rotación las herramientas giratorias en tiempo oculto a partir del otro canal.

Es posible orientar una herramienta en interpolación circular y configurar la velocidad de orientación, con el fin de permitir a la herramienta llegar a su posición en el momento exacto en el que la herramienta del otro sistema ha finalizado su mecanizado. Esto permite evitar movimientos bruscos en la máquina debidos a la orientación de la herramienta (mientras que el otro sistema trabaja en el material).

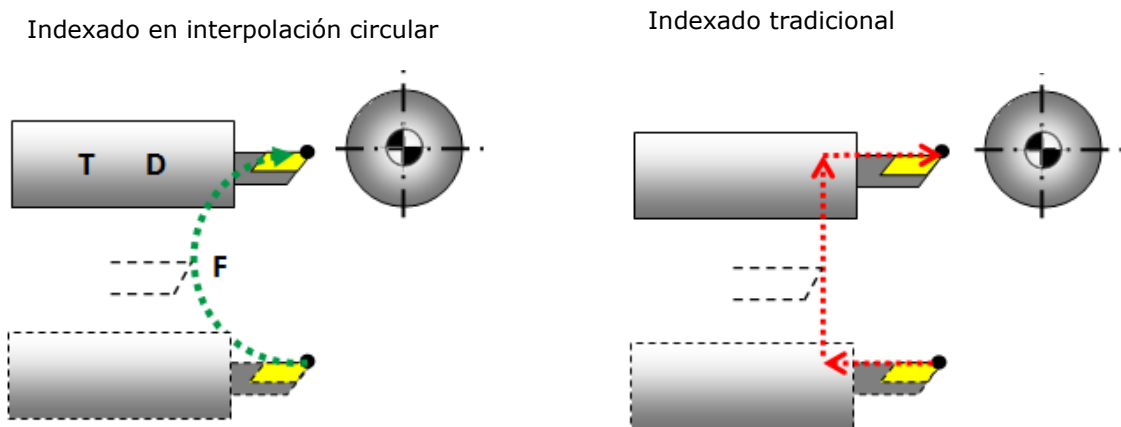
Ejemplo:

G903 T_ D_ F_

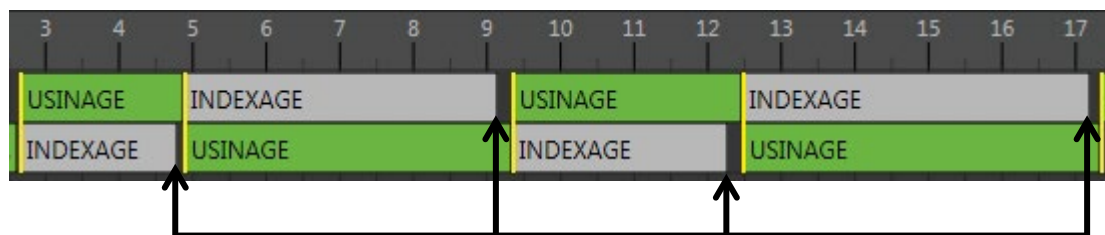
G903: Llamada de herramienta en interpolación circular

T_ D_: Número de la herramienta y de su corrector deseado

F_: Avance tras orientación [mm/min]



Cabe destacar que el diagrama de Gantt del software TISIS permite establecer con facilidad el avance de la orientación para llegar hasta la posición en el momento correcto.

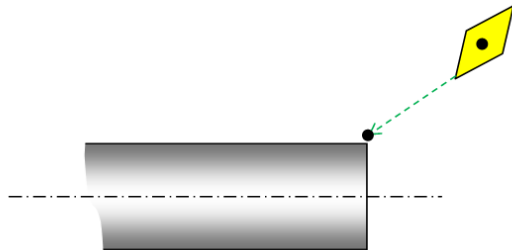


Jugar con el argumento F de G903 para que la orientación sea lo más larga posible sin que, por ello, sea más larga que el mecanizado que se hace de manera paralela en el otro canal.

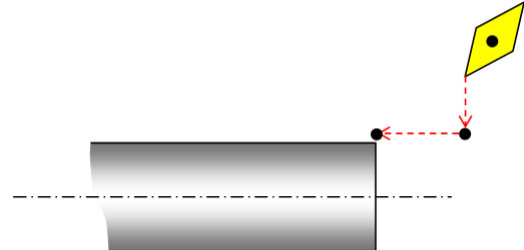
3.2 Acercamiento de las herramientas

En la medida de lo posible, intentar realizar acercamientos de herramientas en avance rápido [G0] en varios ejes de manera simultánea.

Ejemplo:



Ahorro de tiempo

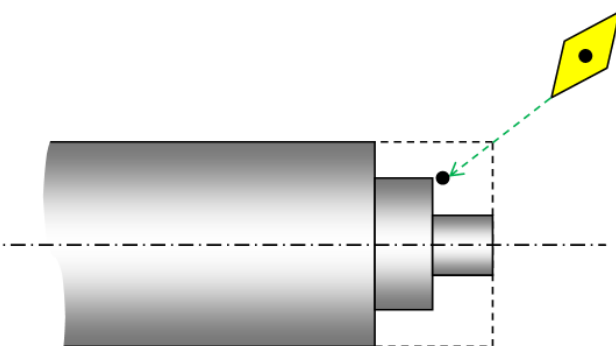


Pérdida de tiempo

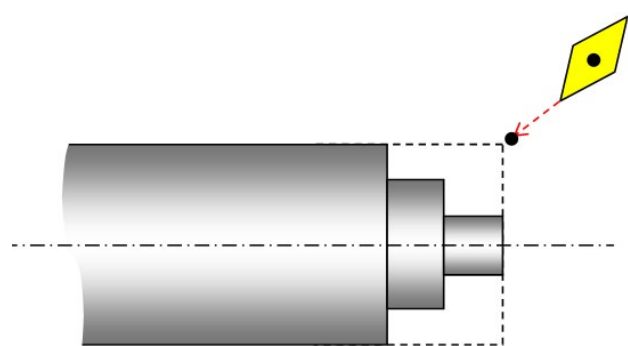
No olvidar asimismo que puede realizar un acercamiento de una herramienta de manera simultánea en ejes lineales y rotativos (por ejemplo, Y Z + C).

Al producirse el acercamiento de una herramienta, hay que tener en cuenta que si la pieza ya está parcialmente mecanizada, los acercamientos de herramientas se pueden colocar a una distancia menor que de la pieza bruta inicial.

Ejemplo:



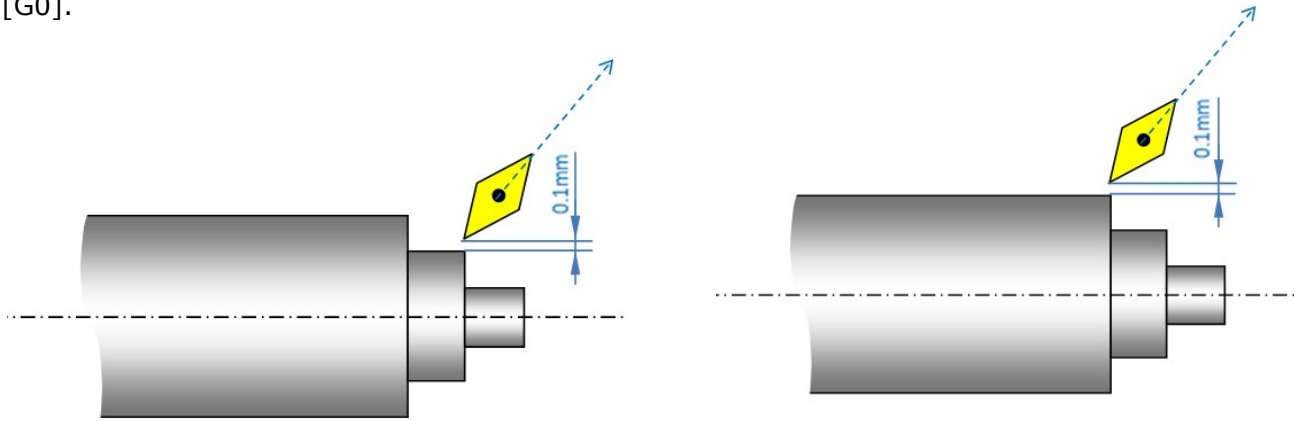
Ahorro de tiempo



Pérdida de tiempo

3.3 Liberación de las herramientas

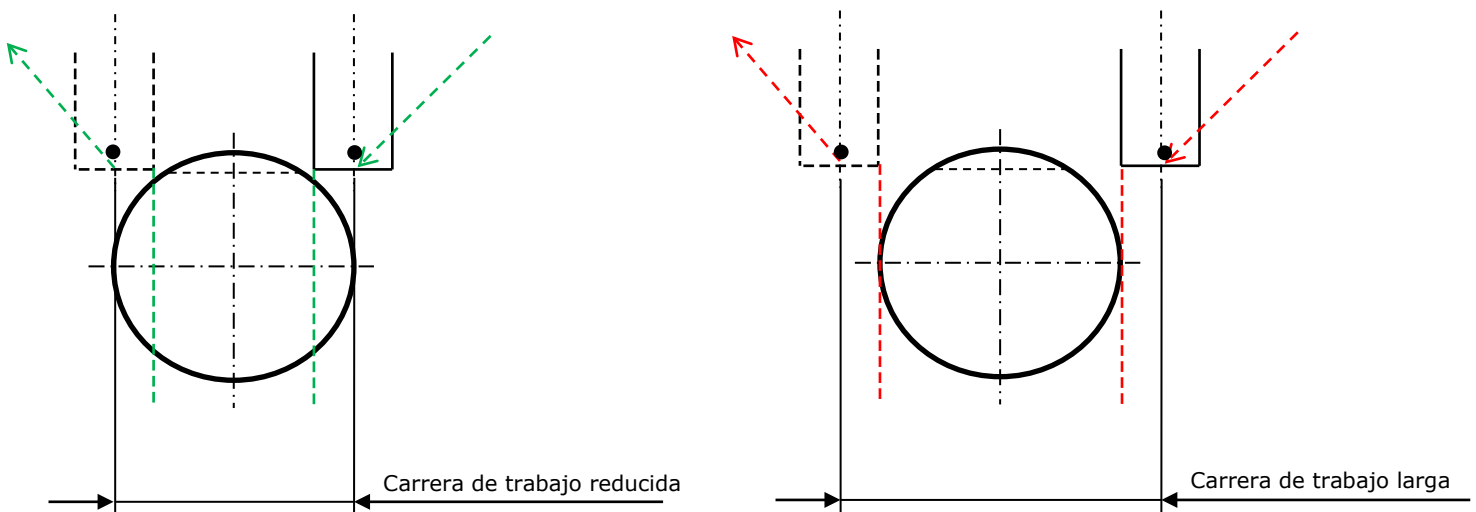
Cuando extraemos una herramienta del material [G1], si las herramientas se han preajustado de manera precisa, una distancia de seguridad de 0,1 mm basta antes de la liberación en avance rápido [G0].



3.4 Acercamiento/Liberación de una fresa en extremo

Cuando realiza un fresado transversal, es preciso tener en cuenta el hecho de que podemos acercarnos más en avance rápido que el diámetro del material + distancia de seguridad. Lo mismo se aplica para la liberación.

Cuanto más se reduzca la carrera de trabajo [G1], más ganaremos en tiempo de ciclo.

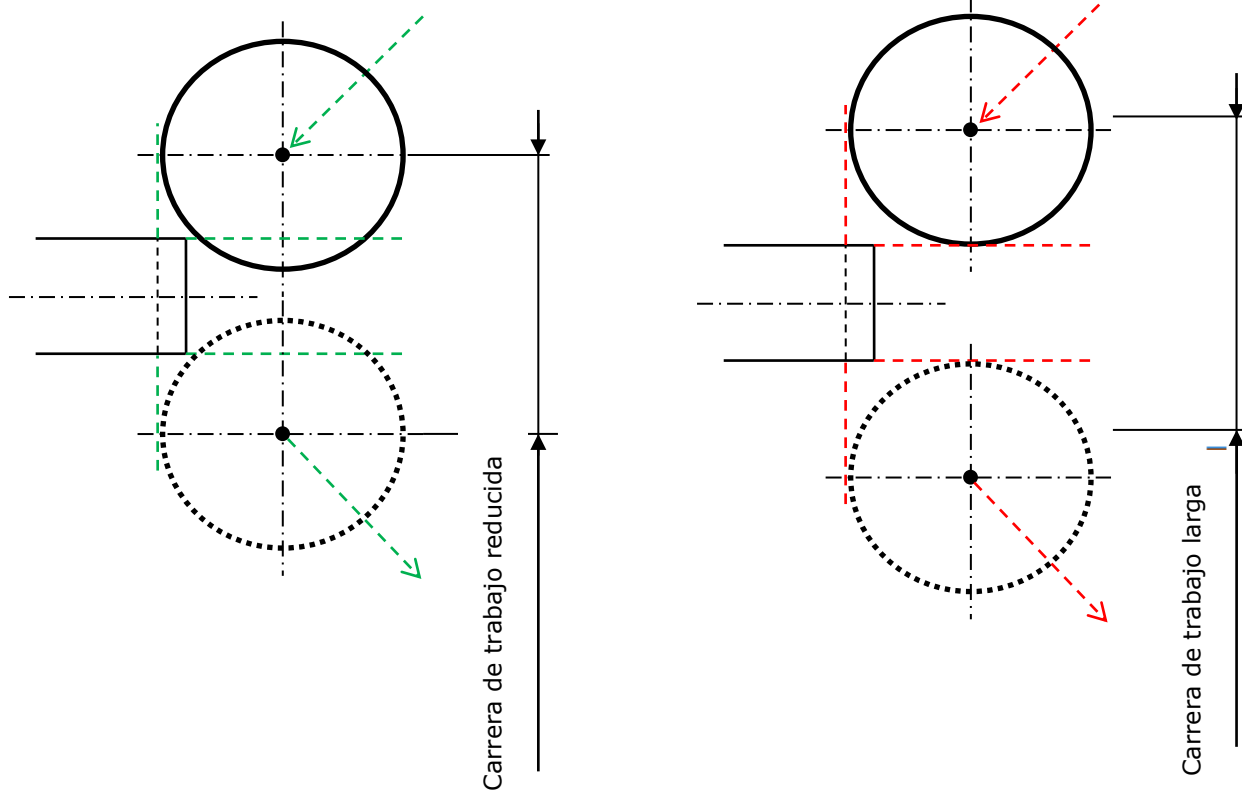


3.5 Acercamiento/Liberación de una fresa para ranurar

Al realizar un ranurado, piense en optimizar siempre sus acercamientos y sus liberaciones de fresa, teniendo en cuenta el radio de la fresa.

Para ello, tenemos dos soluciones:

- Programación utilizando los abordajes con corrección de trayectoria [G41/G42]
- Optimizar los acercamientos programando los acercamientos en posiciones de máquinas.

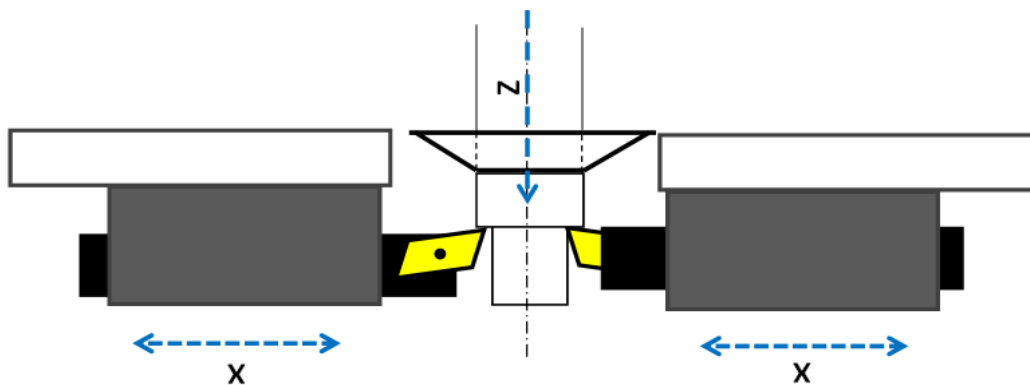


4 Mecanizados simultáneos

4.1 Desbastado-acabado simultáneo

En las máquinas que disponen de dos sistemas de herramientas independientes para trabajar en el husillo de material, existe la posibilidad de hacer un desbastado-acabado con alcance simultáneo. Para ello, se precisa un buril de acabado en el primer sistema de herramientas y un buril de desbaste en el segundo. A continuación, basta con hacer retroceder ligeramente el buril de desbaste en Z (en general, 0,1 mm) respecto al buril de acabado. Para la programación, existe una función de sincronización de los ejes X [M142/M144].

Ejemplo:



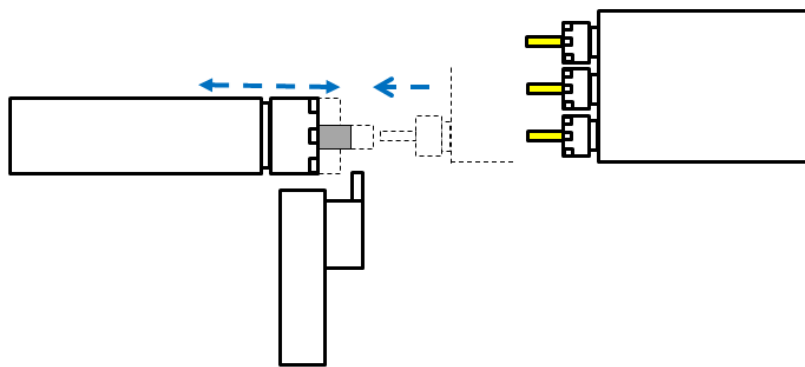
Ejemplo de programación	
Canal 1	Canal 2
G54 G0 X5.3 Y0 Z1 T11 D0 M103 S4000 P1	G95 G0 X5 Y0 T21 D0
M9005	M9005
M142 G1 Z-12 F0.05 G1 X5.4 G0 X10 Z2 M143	
M9006	M9006

4.2 Super-imposición

Varias cinemáticas Tornos se prestan bien a la función de super-imposición [M152]. La función super-imposición permite realizar dos operaciones de manera simultánea y así ganar tiempo. Para ello, es preciso que una de las dos herramientas se encuentre en un eje Z independiente del eje Z del husillo de material.

Ejemplo:

Podemos observar un torneado tradicional con el peine en el husillo y, de forma simultánea, un taladrado con la unidad en extremo. El eje Z de la unidad en extremo va a compensar de manera automática e instantánea el desplazamiento del husillo de material.

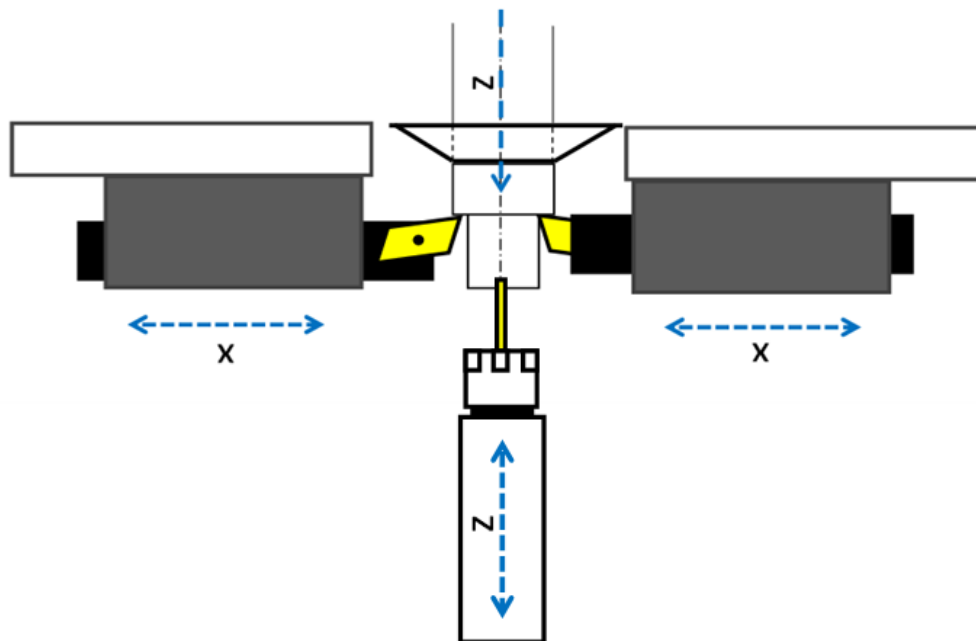


Ejemplo de programación	
Canal 1	Canal 2
G54 G95 G0 X3 Y0 Z1 T1 D0 M103 S4000 P1 M9005	G95 M9005
M9006	G915 G0 X0 Y0 Z1 T31 D0 M9006
M9007 G1 Z-4 F0.04 X3.5 Z4.5 F0.03 X5 G0 X10	M152 M9007 G1 Z-7 F0.06 G0 Z2
M9008	M9008 M153

4.3 Tres herramientas simultáneas en el material

En la EvoDECO, también es posible accionar simultáneamente una tercera herramienta en la barra. Para ello, es preciso utilizar «Desbaste-acabado simultáneo» + «Super-imposición».

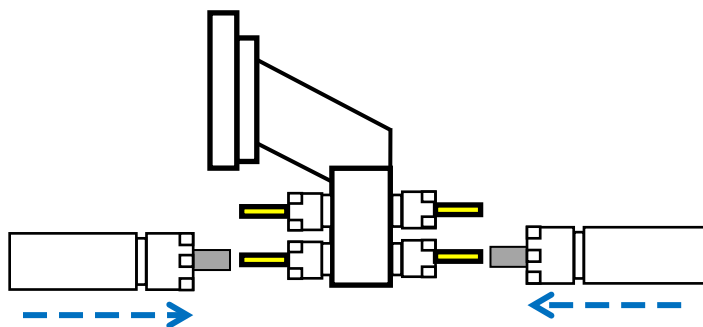
Ejemplo:



Ejemplo de programación		
Canal 1	Canal 2	Canal 3
G54 G95 G0 X5.3 Y0 Z1 T11 D0 M103 S4000 P1 M9005 P13	G95 G0 X5 Y0 T21 D0	G95
M9006 P13		M9005 P13 G915 G0 X0 Z1 T31 D0
M9007 P123 M142 G1 Z-12 F0.05 G1 X5.4 G0 X10 Z2 M143	M9007 P123	M9006 P13 M152 M9007 P123 G1 Z-7 F0.06 G0 Z2
M9007 P123	M9007 P123	M9007 P123 M153

4.4 Taladrado en operación y contra-operación de forma simultánea

Un buen número de máquinas Tornos se pueden beneficiar de una base en extremo bidireccional. Para ganar tiempo de ciclo, es interesante hacer un taladrado en operación y contra-operación de forma simultánea.



Ejemplo de programación	
Canal 1	Canal 2
M9005	M9005
G54	G55
G0 G95 Y0 Z1 T354 G97 M103	G0 G95 Z1 T454 G97 M403 S4000 P4
S4000 P1	
G0 X0	
M9006	M9006
G1 Z-10 F0.04	G1 Z-12 F0.04
G0 Z2	G0 Z2
M9007	M9007
...	...

5 Programación

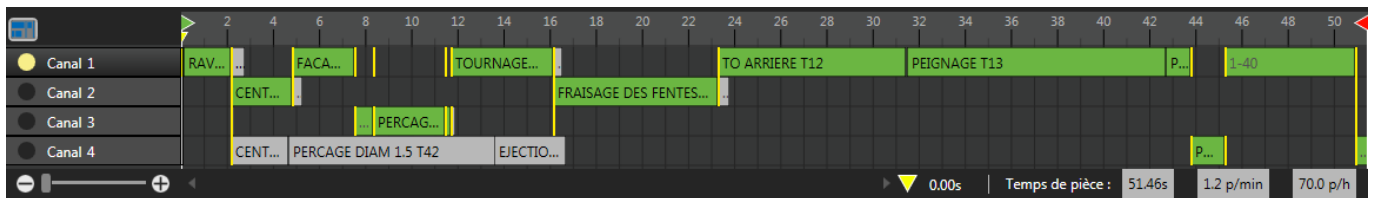
5.1 ¿Dónde ganar tiempo en el programa?

El tiempo de ciclo es el tiempo que transcurre entre el inicio y el fin del bucle. Por tanto, solo hay que optimizar el programa entre el inicio [código M120] y el fin del bucle [código M121].

Un programa de pieza se distribuye entre diferentes canales. Es importante saber que no sirve de nada optimizar el programa en operaciones que no se encuentran en la ruta crítica. El software de programación «TISIS», puesto a disposición por Tornos, permite poner en relieve la ruta crítica.

Ejemplo:

En el diagrama de Gantt siguiente, vemos las operaciones en verde que definen la ruta crítica; por lo tanto, resulta inútil intentar ganar tiempo en las operaciones que no son verdes.



5.2 Programa modelo

Tornos suele suministrar con sus máquinas modelos de programa de pieza, lo que permite el mecanizado de un trozo de material de forma totalmente segura. Por supuesto, es posible adaptar este modelo según más le convenga para ganar tiempo de ciclo.

5.3 Fuera de bucle

Siempre resulta conveniente realizar un número máximo de operaciones fuera del bucle de mecanizado, es decir, antes del código M120.

Ejemplo de códigos:

- Activación de rociado [M8]
- Puesta en rotación de herramientas [Mxx03]
- Inicialización de valores
- Cálculos preliminares
- Desplazamiento de origen
- ...

5.4 Comentarios

La eliminación de los comentarios en el programa nos permite ganar tiempo.

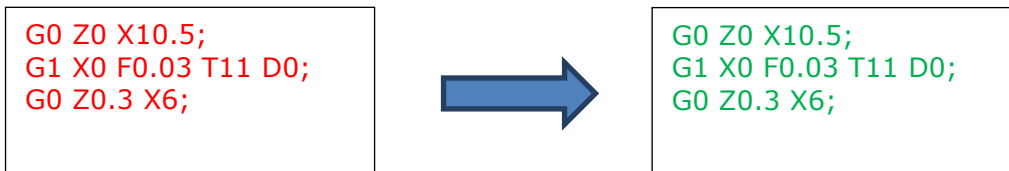
Ejemplo:



5.5 Número de líneas de código

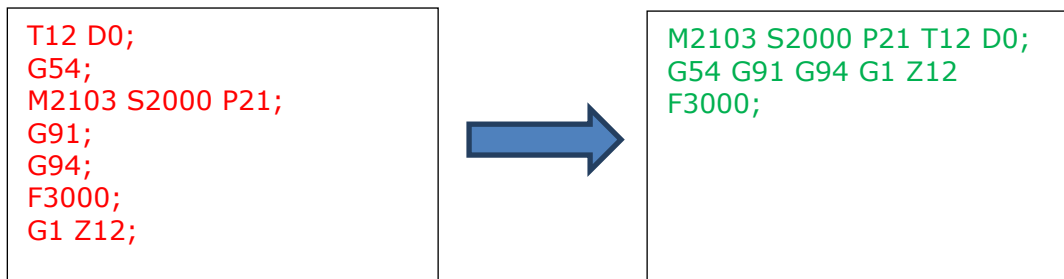
Para que el tiempo de ciclo sea óptimo, es preciso hacer de tal modo que haya el menor número posible de líneas de códigos.
Por tanto, es preciso eliminar saltos de línea inútiles.

Ejemplo:



También es necesario colocar la cantidad máxima de códigos en la misma línea.

Ejemplo:



Nota: en SwissNano, no es posible poner en rotación el husillo en la misma línea que la llamada de herramienta.

5.6 Repetición de códigos

Ciertos códigos son modales, lo que significa que permanecen activos hasta su anulación.
Por lo tanto, es preciso evitar repetirlos.

He aquí algunos ejemplos de códigos modales:

- G0/G1
- G40/G41/G42
- G54/G55/G56/G57/G58/G59
- G61/G64
- G90/G91
- G94/G95
- G96/G97
- ...

También es necesario evitar repetir varias veces seguidas la llamada de la misma herramienta T_
D_.

5.7 Llamada de subprograma

Las llamadas de subprograma [G65] consumen tiempo de ciclo. Por tanto, resulta recomendable evitarlas si no son indispensables.

5.8 Sincronizaciones de canales

Las sincronizaciones de canales [M9xxx] también consumen tiempo y, por tanto, solo hay que utilizar aquellas que sean necesarias.

En las máquinas con más de 2 canales, no es necesario sincronizar los 4 canales; es posible sincronizar únicamente 2 o 3 a la vez.

Ejemplo de programación			
Canal 1	Canal 2	Canal 3	Canal 4
M9000 P1234	M9000 P1234	M9000 P1234	M9000 P1234
...
M9001 P12	M9001 P12
...
...	M9002 P24	...	M9002 P24
...
M9003 P134	...	M9003 P134	M9003 P134
...
...

5.9 Contorneado vinculado/Parada precisa

En nuestras máquinas, es posible trabajar en modo contorneado vinculado [G64] o en modo parada precisa [G61].

La parada precisa resulta práctica para ciertas operaciones de acabado, pero es preciso saber que una vez activada, permanece activa el tiempo que no ha sido anulada [G64]. Además, la parada precisa hace perder tiempo, porque marca un pequeño tiempo muerto entre cada segmento.

El modo por defecto es el contorneado vinculado [G64].



Cabe mencionar que es posible utilizar la función G9, que activa una parada precisa pero solo en el bloque en curso.

5.10 Evitar los retornos a la posición de referencia

Con frecuencia, vemos retornos de ejes a posición de referencia en los programas [G28]. Hay que evitarlos a toda costa si no son necesarios porque los desplazamientos largos, como es natural, consumen tiempo.

Si se trata simplemente de obtener sencillez de programación, opte por la función [G53 G0 X_Y_Z_].

El [G53] permite programar una posición de máquina. Además, presenta la ventaja de estar activo en un solo bloque y, por tanto, no hay necesidad de volver a activar un desfase de origen.

Ejemplo:

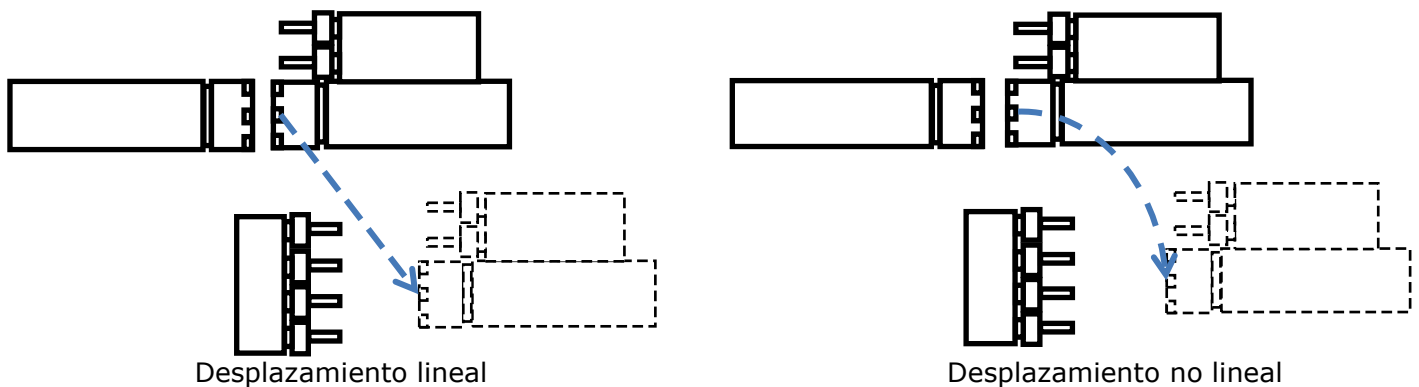
G53 G0 X212 → el eje X va a llegar en avance rápido a una posición de máquina 212.

También es posible realizar posicionamientos de máquina en 2 ejes simultáneos.

Ejemplo:

G53 G0 X212 Z243 → el eje X va a llegar en avance rápido a una posición de máquina 212 y, al mismo tiempo, el eje Z a una posición 243.

De todos modos, hay que saber que cuando programamos 2 ejes en posición de máquina de manera simultánea, el desplazamiento no se hace de forma lineal.



5.11 Optimizar las temporizaciones

Es interesante ajustar lo mejor posible la duración de las temporizaciones.

Por tanto, hay que realizar pruebas reales para ajustar lo mejor posible las temporizaciones. Además, no debe olvidar que ciertos elementos neumáticos incluyen limitadores de caudal regulables.

En los programas modelo entregados por Tornos, siempre hay una función G802 en la parte de inicialización. Esta función G802 permite configurar las temporizaciones no accesibles por el usuario, que se encuentran en el interior de las macros Tornos (G9xx). Por defecto, Tornos las configura para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina. Una vez dicho esto, en ocasiones es posible ajustarlas (reducirlas).

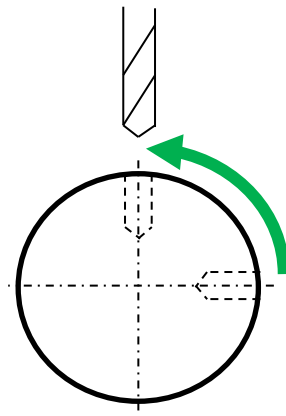
Ejemplo:

Si, por ejemplo, tomo una temporización de cierre de pinza de husillo, esta tiene por función garantizar que la pinza se cierre antes de que la máquina inicie ninguna otra acción. Para ajustar este valor, es preciso tener un buen conocimiento de la máquina. Puesto que, en efecto, los tiempos de cierre de la pinza dependen:

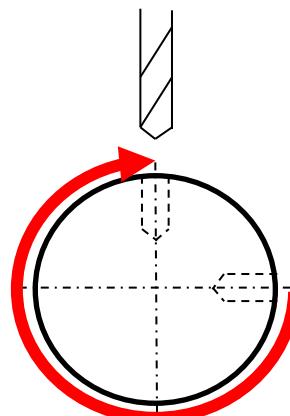
- Del diámetro de la barra,
- Del estado de la pinza,
- De la calidad (caudal) del circuito neumático.

5.12 Posicionamiento en eje c

Al realizar varias orientaciones sucesivas del eje C, tenga cuidado siempre de tomar la ruta más corta.



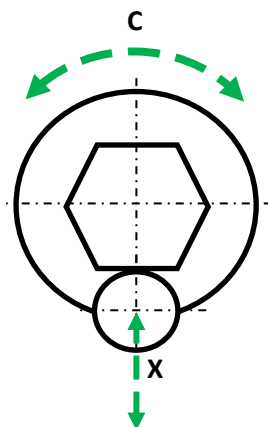
Ruta más corta



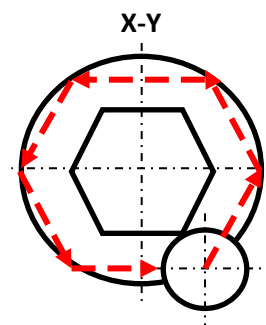
Ruta más larga

5.13 Transmit

Cuando deba realizar el fresado de una cara, opte por un fresado en modo Transmit [G12.1] (movimiento en X y C), en lugar de un fresado tradicional (movimiento en X e Y). En muchos casos, esto le permitirá ganar tiempo de ciclo.



Fresado en Transmit



Fresado tradicional

5.14 Corte de piezas

En general, el corte de la pieza se encuentra en la ruta crítica. Por tanto, es importante que la operación se realice lo más rápidamente posible.

Corte en dos tiempos:

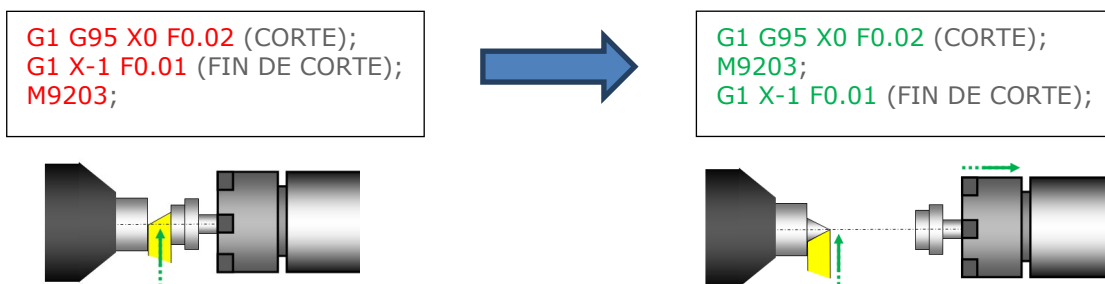
En los modelos Tornos, el corte se realiza en 2 dos tiempos. En el segundo tiempo, el avance del corte se reduce porque el esfuerzo de corte es más importante cuando el cortador llega al punto central. Si estima que no fuera necesario, podrá realizar el corte en un solo tiempo y así ganará tiempo.

Ejemplo:



Otra posibilidad es realizar el fin de corte al mismo tiempo que la separación del contra-husillo.

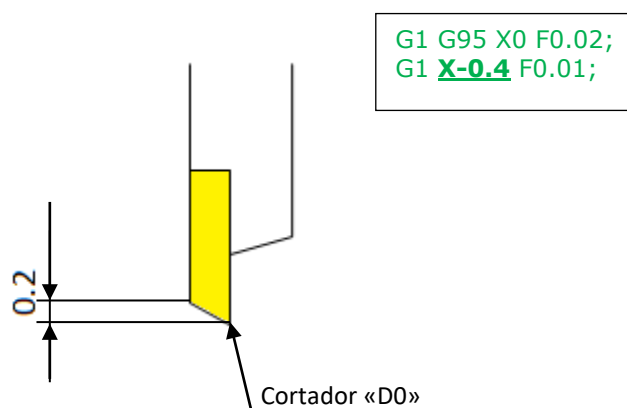
Ejemplo:



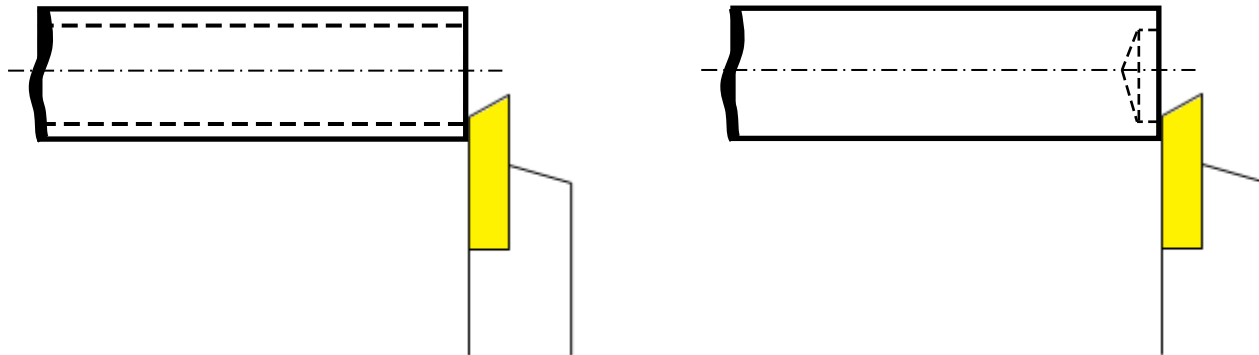
Posición de fin de corte:

En los modelos Tornos, la posición de fin de corte se encuentra a X-1 mm. Esta distancia se puede ajustar en función del tipo de cortador empleado. Para un cortador recto, podemos introducir X0 como posición de fin de corte.

Para un cortador con ángulo, seguir el ejemplo siguiente:



Al mecanizar tubos o piezas taladradas en otras operaciones, no es necesario realizar el corte hasta el centro. Un corte hasta el diámetro interior de la pieza le hará ganar tiempo.



Posición de fin de corte para mecanizado de tubo

Posición de fin de corte para pieza taladrada de otro modo

NB: para el mecanizado de tubos, recomendamos poner un tapón en el extremo de la barra para evitar que el aceite de corte termine en el alimentador.

Corte a velocidad constante:

En los modelos Tornos, el corte se realiza con un avance en mm/rev [G95] y a una frecuencia de rotación constante [G97].

Ahora bien, cuanto más se acerca una herramienta (porta-plaqueta) al centro de la barra, menos material retira.

Por tanto, existe la posibilidad de hacer un corte a velocidad constante (m/min) [G96] y con un avance en mm/rev [G95].

Al utilizar [G95] + [G96], la ventaja es que, cuanto más nos acercamos al centro de la barra, más rápido gira el husillo y más aumenta el avance.

Esto es realmente interesante en los cortes de diámetros grandes. Esto le permitirá ganar tiempo de ciclo.

Ejemplo:

```
G1 G95 X0 F0.02 (CORTE);
G1 X-1 F0.01 (FIN DE CORTE);
```

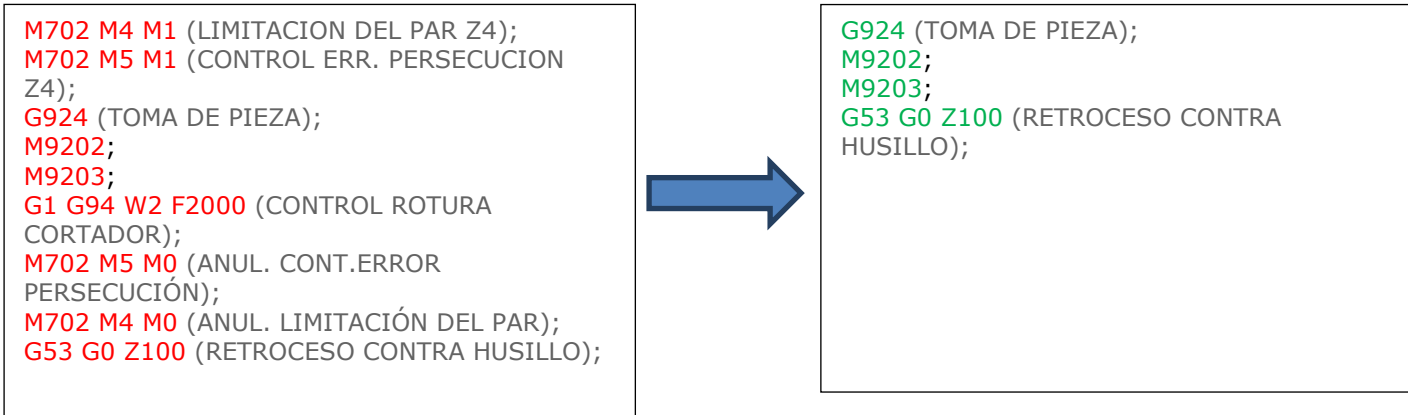


```
G92 S_ (VELOCIDAD MÁX REV/MIN);
G95 G96;
M103 S_ P1 (VELOCIDAD M/MIN);
G1 X-1 F0.02 (CORTE);
```

5.15 Control de rotura de cortador

En los modelos suministrados por Tornos, siempre hay un control de rotura de cortador integrado. Este control de rotura de cortador funciona al controlar el retroceso del contra-husillo Z4 tras la toma de pieza (con limitación del par + control del error de continuación). Este sistema resulta práctico, pero como es natural consume un poco de tiempo de ciclo. Es posible eliminarlo.

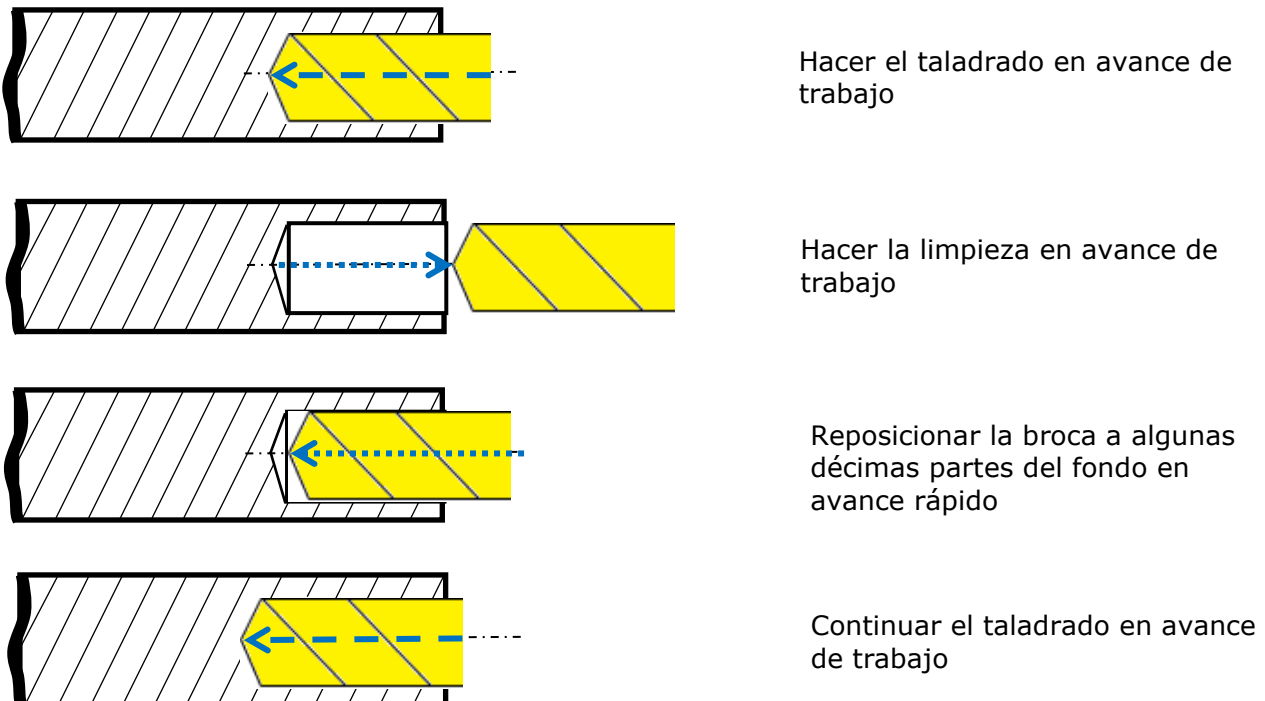
Ejemplo:



5.16 Taladrado-desatacado

Al programar un taladrado-limpieza, piense siempre en realizar los desplazamientos que no retiran virutas en un avance más rápido que el avance de trabajo.

Ejemplo:



5.17 Trabajo durante alimentación de material

En los modelos suministrados por Tornos, existe la función G912 que permite alimentar una determinada cantidad de material para permitir el mecanizado de una pieza. En general, la alimentación de material se encuentra en la ruta crítica. Resulta sensato realizar otras cosas de forma paralela en los demás canales.

Ejemplo 1:

En el ejemplo siguiente, hemos desplazado el retroceso del contra-husillo tras la toma de pieza. De este modo, durante la alimentación, hacemos retroceder el contra-husillo y ganamos tiempo de ciclo. Resulta interesante añadir este mismo retroceso tras el M121 para que, cuando el ciclo se detenga, el contra-husillo se encuentre en la parte posterior.

Canal 1	Canal 2
Variables pièce (G800) Variables de coupe (G801) Variables de temporisation (G802) Variables éléments machine (G803)	
M9000	M9000
G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)
M9001	M9001
	Référence des axes Z4, X4 et Y4
M9002	M9002
Référence des axes X1, Y1 G910 (Coupe initiale)	
M9003	M9003
N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)
G913 (Test du fin de barre) G930 (Gestion du sans matière) G912 (Ravitaillement matière)	
M9004	M9004
Usinage	Usinage Ejection de la pièce
M9005	M9005
Appel du coupeur	
M9006	M9006
	Prise de pièce
M9007	M9007
Coupe	
M9008	M9008
	Recul de la contre broche
M121 (Fin de boucle)	M121 (Fin de boucle)
Arrêt des broches Arrêt de l'arrosage	Arrêt des broches
M9009	M9009
Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle
M9010	M9010
M99 P1	M99 P1
M2	M2

Canal 1	Canal 2
Variables pièce (G800) Variables de coupe (G801) Variables de temporisation (G802) Variables éléments machine (G803)	
M9000	M9000
G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)
M9001	M9001
	Référence des axes Z4, X4 et Y4
M9002	M9002
Référence des axes X1, Y1 G910 (Coupe initiale)	
M9003	M9003
N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)
G913 (Test du fin de barre) G930 (Gestion du sans matière) G912 (Ravitaillement matière)	Recul de la contre broche
M9004	M9004
Usinage	Usinage Ejection de la pièce
M9005	M9005
Appel du coupeur	
M9006	M9006
	Prise de pièce
M9007	M9007
Coupe	
M121 (Fin de boucle)	M121 (Fin de boucle)
Arrêt des broches Arrêt de l'arrosage	Recul de la contre broche Arrêt des broches
M9009	M9009
Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle
M9010	M9010
M99 P1	M99 P1
M2	M2

Ejemplo 2:

En el ejemplo siguiente, hemos eliminado la sincronización de canales [M9004] para iniciar el mecanizado en contra-operación al mismo tiempo que la alimentación de material. Atención: la eliminación de esta sincronización solo es posible si el eje Z4 va a trabajar en contra-operación y no en la barra.

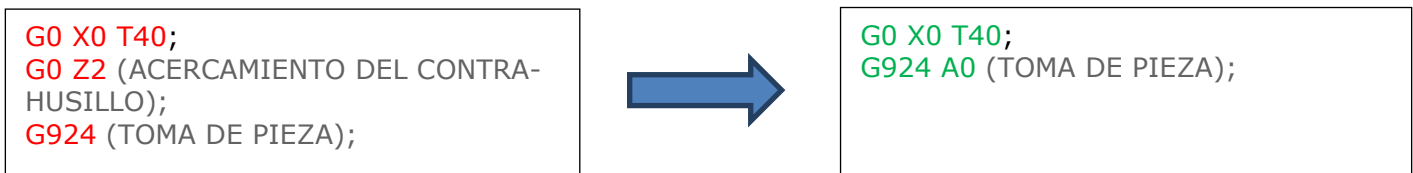
Canal 1	Canal 2	Canal 1	Canal 2
Variables pièce (G800) Variables de coupe (G801) Variables de temporisation (G802) Variables éléments machine (G803)		Variables pièce (G800) Variables de coupe (G801) Variables de temporisation (G802) Variables éléments machine (G803)	
M9000	M9000	M9000	M9000
G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)	G900 (Initialisation)
M9001	M9001	M9001	M9001
	Référence des axes Z4, X4 et Y4		Référence des axes Z4, X4 et Y4
M9002	M9002	M9002	M9002
Référence des axes X1, Y1 G910 (Coupe initiale)		Référence des axes X1, Y1 G910 (Coupe initiale)	
M9003	M9003	M9003	M9003
N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)	N1 M120 (Début de boucle)
G913 (Test du fin de barre) G930 (Gestion du sans matière) G912 (Ravitaillement matière)		G913 (Test du fin de barre) G930 (Gestion du sans matière) G912 (Ravitaillement matière)	Usinage en contre-opération
M9004	M9004	Usinage	Ejection de la pièce
Usinage	Usinage Ejection de la pièce	M9005	M9005
M9005	M9005	Appel du coupeur	
Appel du coupeur		M9006	M9006
M9006	M9006		Prise de pièce
	Prise de pièce	M9007	M9007
M9007	M9007	Coupe	
Coupe		M9008	M9008
M9008	M9008		Recul de la contre broche
	Recul de la contre broche	M121 (Fin de boucle)	M121 (Fin de boucle)
M121 (Fin de boucle)	M121 (Fin de boucle)	Arrêt des broches	Arrêt des broches
Arrêt des broches Arrêt de l'arrosage	Arrêt des broches	Arrêt de l'arrosage	
M9009	M9009	M9009	M9009
Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle	Arrêt en fin de cycle
M9010	M9010	M9010	M9010
M99 P1	M99 P1	M99 P1	M99 P1
M2	M2	M2	M2

5.18 Toma de pieza por el contra-husillo

En los modelos suministrados por Tornos, siempre existe un acercamiento del contra-husillo a 2 mm de la pieza antes de la toma de pieza. Si desea ganar tiempo, es posible realizar directamente la toma de pieza. También es posible aumentar el avance (que por defecto es de 4.000 mm/min).

Si G924 A0 (el acercamiento se hace en avance rápido)
 Si G924 A1000 (el acercamiento se hace a 1.000 mm/min)
 Si G924 (el acercamiento se hace a 4.000 mm/min)

Ejemplo:



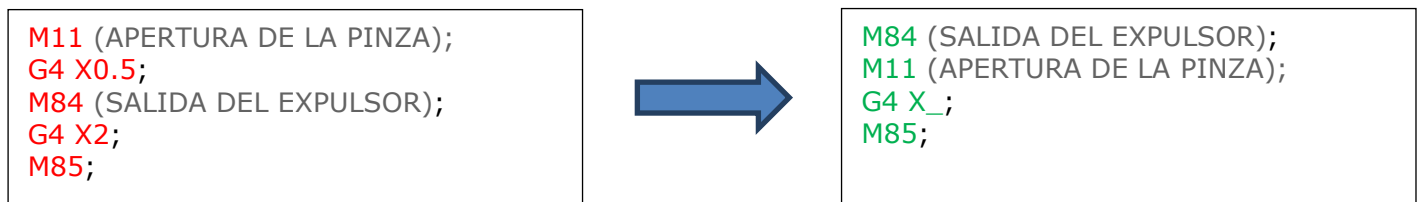
En los modelos suministrados por Tornos, siempre existe una sincronización entre las fases del husillo y las fases del contra-husillo [M418]. El hecho de tener ya el contra-husillo en rotación a la velocidad adecuada (misma velocidad que el husillo pero en el otro sentido) en el momento del M418, nos permitirá ganar tiempo de ciclo.

La sincronización de las fases no es indispensable; si considera que, en su caso, esta no es necesaria, puede cambiarla por M417 que solo sincronizará las velocidades del husillo y el contrahusillo, ayudándole a ahorrar tiempo.

5.19 Gestión del expulsor

En ocasiones, es interesante adelantar la salida del expulsor justo antes de la apertura de la pinza del contra-husillo. De este modo, la pieza será expulsada físicamente en el momento de abrirse la pinza.

Ejemplo:



Además, es interesante hacer el retroceso del expulsor [M85] al mismo tiempo que otra cosa (por ejemplo, durante un movimiento de eje).

6 Para los expertos en programación

6.1 Eliminación de las macros

Las macros Tornos [G9xx] presentan la enorme ventaja de gestionar un número inmenso de parámetros con el fin de responder lo mejor posible a la necesidad de cada pieza y de cada proceso de mecanizado. Lo que hay que saber, no obstante, es que numerosos tests y cálculos se realizan en tiempo real en cada ciclo, durante la interpretación del programa en la máquina.

Los programadores más experimentados pueden saltarse ciertas macros y programar directamente. Esto permitirá dejar de hacer los diferentes tests y cálculos en el interior de las macros y, de este modo, ganar centésimas de segundo.

Las macros que podría suprimir para ganar en tiempo de ciclo son:

- G911
- G912
- G915
- G924
- G930
- M120/M121

Al suprimirlas perderá la inteligencia relacionada con los eventos (trabajo sin material, parada en fin de ciclo, cronometraje, recuento de piezas, etc.).

Se recomienda no eliminar nunca la función G913 puesto que esta gestiona la carga de una nueva barra.

6.2 Macro B

Para los adeptos de la programación en macro B, recomendamos nunca hacer un «GOTO_» contra la parte superior del programa. Esto le hará perder tiempo y generará grandes irregularidades en sus tiempos de ciclo.

Recomendamos el uso de «M99 P_» o de una «WHILE».

Ejemplo:

