

SIEMENS

SINUMERIK Operate

SinuTrain
Fresado fácil con ShopMill

Documentación para formación

Introducción	1
Ventajas del trabajo con ShopMill	2
Para que todo funcione correctamente	3
Bases para principiantes	4
Buen equipamiento	5
Ejemplo 1: guiado longitudinal	6
Ejemplo 2: molde de inyección	7
Ejemplo 3: placa de molde	8
Ejemplo 4: palanca	9
Ejemplo 5: brida	10
Y ahora, la fabricación	11
¿Cuánto sabe sobre ShopMill?	12

Notas jurídicas

Filosofía en la señalización de advertencias y peligros

Este manual contiene las informaciones necesarias para la seguridad personal así como para la prevención de daños materiales. Las informaciones para su seguridad personal están resaltadas con un triángulo de advertencia; las informaciones para evitar únicamente daños materiales no llevan dicho triángulo. De acuerdo al grado de peligro las consignas se representan, de mayor a menor peligro, como sigue.

 PELIGRO
Significa que, si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas se producirá la muerte, o bien lesiones corporales graves.

 ADVERTENCIA
Significa que, si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas puede producirse la muerte o bien lesiones corporales graves.

 PRECAUCIÓN
con triángulo de advertencia significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas, pueden producirse lesiones corporales.

PRECAUCIÓN
sin triángulo de advertencia significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas, pueden producirse daños materiales.

ATENCIÓN
significa que puede producirse un resultado o estado no deseado si no se respeta la consigna de seguridad correspondiente.

Si se dan varios niveles de peligro se usa siempre la consigna de seguridad más estricta en cada caso. Si en una consigna de seguridad con triángulo de advertencia se alarma de posibles daños personales, la misma consigna puede contener también una advertencia sobre posibles daños materiales.

Personal cualificado

El producto/sistema tratado en esta documentación sólo deberá ser manejado o manipulado por **personal cualificado** para la tarea encomendada y observando lo indicado en la documentación correspondiente a la misma, particularmente las consignas de seguridad y advertencias en ella incluidas. Debido a su formación y experiencia, el personal cualificado está en condiciones de reconocer riesgos resultantes del manejo o manipulación de dichos productos/sistemas y de evitar posibles peligros.

Uso previsto o de los productos de Siemens

Considere lo siguiente:

 ADVERTENCIA
Los productos de Siemens sólo deberán usarse para los casos de aplicación previstos en el catálogo y la documentación técnica asociada. De usarse productos y componentes de terceros, éstos deberán haber sido recomendados u homologados por Siemens. El funcionamiento correcto y seguro de los productos exige que su transporte, almacenamiento, instalación, montaje, manejo y mantenimiento hayan sido realizados de forma correcta. Es preciso respetar las condiciones ambientales permitidas. También deberán seguirse las indicaciones y advertencias que figuran en la documentación asociada.

Marcas registradas

Todos los nombres marcados con ® son marcas registradas de Siemens AG. Los restantes nombres y designaciones contenidos en el presente documento pueden ser marcas registradas cuya utilización por terceros para sus propios fines puede violar los derechos de sus titulares.

Exención de responsabilidad

Hemos comprobado la concordancia del contenido de esta publicación con el hardware y el software descritos. Sin embargo, como es imposible excluir desviaciones, no podemos hacernos responsable de la plena concordancia. El contenido de esta publicación se revisa periódicamente; si es necesario, las posibles las correcciones se incluyen en la siguiente edición.

Índice

1	Introducción	7
2	Ventajas del trabajo con ShopMill	9
2.1	Familiarización más rápida	9
2.2	Programación más rápida.....	12
2.3	Producción más rápida	16
3	Para que todo funcione correctamente	19
3.1	Manejo de ShopMill	19
3.2	Contenido del menú inicial.....	21
3.2.1	Máquina	21
3.2.2	Parámetro	24
3.2.3	Programa	26
3.2.4	Gestor de programas	29
3.2.5	Diagnóstico	30
4	Bases para principiantes	31
4.1	Fundamentos geométricos	31
4.1.1	Ejes de herramienta y planos de trabajo	31
4.1.2	Puntos en la zona de trabajo	33
4.1.3	Cotas absolutas e incrementales.....	34
4.1.4	Movimientos rectilíneos	35
4.1.5	Movimientos circulares	37
4.2	Bases tecnológicas	38
4.2.1	Herramientas de fresado y de taladrado modernas	38
4.2.2	Herramientas utilizadas	40
4.2.3	Velocidad de corte y velocidades de giro	42
4.2.4	Avance por diente y velocidades de avance	43
5	Buen equipamiento	45
5.1	Gestión de herramientas.....	45
5.1.1	Lista de herramientas	45
5.1.2	Lista de desgaste de herramientas.....	47
5.1.3	Lista de almacenes	48
5.2	Herramientas utilizadas	49
5.3	Herramientas en el almacén	50
5.4	Medir las herramientas	50
5.5	Ajuste del origen de pieza.....	52

6	Ejemplo 1: guiado longitudinal	57
6.1	Sinopsis.....	57
6.2	Gestión de programas y creación de un programa	58
6.3	Llamada de una herramienta y ajuste de la corrección del radio de fresa	63
6.4	Introducción del trayecto	64
6.5	Creación de taladros y de repeticiones de posición	69
7	Ejemplo 2: molde de inyección	79
7.1	Sinopsis.....	79
7.2	Rectas y trayectorias circulares mediante coordenadas polares	81
7.3	Caja rectangular.....	90
7.4	Cajas circulares en patrones de posiciones	93
8	Ejemplo 3: placa de molde.....	97
8.1	Sinopsis.....	97
8.2	Contorneado de contornos abiertos.....	98
8.3	Vaciado, material sobrante y acabado de cajas de contorno	106
8.4	Mecanizado en varios planos	116
8.5	Consideración de obstáculos	120
9	Ejemplo 4: palanca	127
9.1	Sinopsis.....	127
9.2	Planeado	128
9.3	Creación del reborde para la isla de la palanca	131
9.4	Confección de la palanca.....	132
9.5	Creación del reborde para la isla circular	145
9.6	Creación de la isla circular de 30.....	146
9.7	Creación de la isla circular de 10.....	148
9.8	Copia de la isla circular de 10.....	150
9.9	Confección de la isla circular con la ayuda del editor.....	152
9.10	Taladrado profundo.....	157
9.11	Fresado de hélices.....	159
9.12	Mandrinado	162
9.13	Fresado de roscas	165
9.14	Programación polar de contornos.....	167

10	Ejemplo 5: brida.....	173
10.1	Sinopsis.....	173
10.2	Creación de un subprograma	174
10.3	Simetría de pasos de trabajo	180
10.4	Taladros	186
10.5	Rotación de cajas	187
10.6	Achaflanado de contornos	197
10.7	Ranura longitudinal y ranura circular	199
11	Y ahora, la fabricación	205
12	¿Cuánto sabe sobre ShopMill?.....	209
12.1	Introducción.....	209
12.2	Ejercicio 1.....	209
12.3	Ejercicio 2.....	211
12.4	Ejercicio 3.....	213
12.5	Ejercicio 4.....	215
	Índice.....	219

Introducción

Del plano a la pieza en menos tiempo, pero ¿cómo?

El desarrollo tecnológico de las máquinas herramientas se caracteriza por su gran dinamismo. Particularmente a la hora de escribir programas de CN, el alcance a pasado de la mera programación en un sistema CAM a la programación directa a pie de la máquina CNC. Para cada campo de actividad están disponibles métodos de programación especiales muy productivos. Por ello, con ShopMill SIEMENS ofrece una programación amoldada a la forma de trabajar en un taller, es decir, una programación por pasos de trabajo, rápida y práctica, apta tanto para piezas únicas como para pequeñas series. En conjunción con SINUMERIK Operate, la nueva interfaz de operador del control, resulta un trabajo en el taller intuitivo y eficaz, también para la producción en serie.

La solución: elaboración de un plan de trabajo en vez de programación

Gracias a la creación del plan de trabajo, con secuencias de operaciones típicas de taller, el usuario de ShopMill puede crear el programa de CN directamente desde el dibujo de la pieza. Debido a la clara estructura también es muy rápido programar cualquier cambio en una pieza o diversas variantes de la misma.

Incluso es posible producir los contornos y las piezas más complejos sin esfuerzo con ShopMill gracias a la potente creación de trayectos integrada. Por ello, el lema es:

Del plano a la pieza en menos tiempo y con menos esfuerzo, ¡con ShopMill!

Aunque el manejo de ShopMill es muy fácil aprender, esta documentación de aprendizaje le ayudará a introducirse aún más rápidamente en este mundo. Sin embargo, antes de abordar el auténtico manejo de ShopMill, los primeros capítulos presentan fundamentos importantes:

- En primer lugar se describen las ventajas del trabajo con ShopMill.
- A continuación se presentan los fundamentos del manejo con SINUMERIK Operate.
- Para los principiantes se explican a continuación las bases geométricas y tecnológicas de la producción.
- Otro capítulo contiene una breve introducción a la gestión de herramientas.

A la teoría le sigue la práctica con ShopMill:

- Se explican las posibilidades de mecanizado con ShopMill mediante cinco ejemplos, cuyo grado de dificultad va aumentando continuamente. Al principio se indican todas las teclas que deben pulsarse; más adelante se insta a trabajar de manera independiente.
- Después descubrirá cómo arrancar virutas con ShopMill en el modo automático.
- Si lo desea, al terminar podrá comprobar si se ha familiarizado con ShopMill.

Tenga en cuenta que los datos tecnológicos utilizados aquí se ofrecen únicamente a título de ejemplo, ya que en el taller pueden darse condiciones muy diversas.

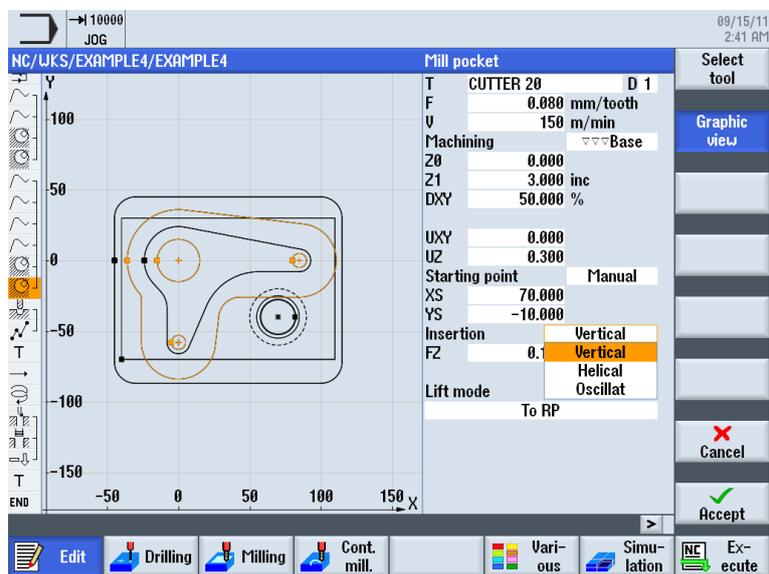
Al igual que en el nacimiento de ShopMill intervinieron trabajadores especializados, también esta documentación de aprendizaje ha sido elaborada por especialistas. En este sentido le deseamos que disfrute y tenga éxito en el trabajo con ShopMill.

Ventajas del trabajo con ShopMill

Este capítulo presenta las ventajas específicas del trabajo con ShopMill.

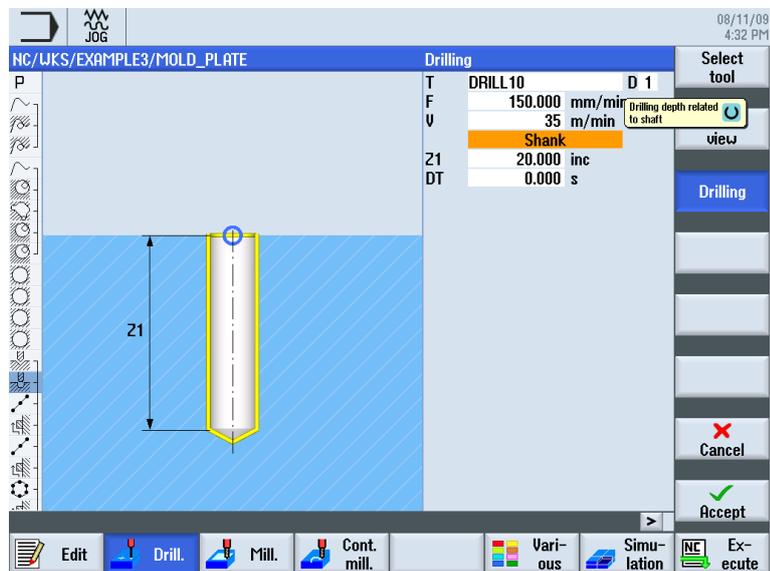
2.1 Familiarización más rápida

- Porque ShopMill no utiliza términos en otros idiomas que sea preciso aprender. Todos los datos necesarios se consultan en texto explícito.



2.1 Familiarización más rápida

- Porque ShopMill utiliza pantallas de ayuda en color que facilitan el trabajo.



- Porque en el plan de trabajo gráfico de ShopMill también puede integrar comandos DIN/ISO. Puede efectuar la programación en DIN/ISO 66025 y con ciclos DIN.

```

G N25 G17 G54 G64 G90 G94
T N30 T=EM16
G N35 G0 X85 Y22.5
G N40 G0 Z2 S500 M3 M8
G N45 G0 Z-10
G N50 G1 X-85 F200
G N55 G0 Y-22.5
G N60 G1 X85
G N65 G0 Z100 M5 M9
    
```

- Porque durante la creación del plan de trabajo puede cambiar en cualquier momento entre los distintos pasos de trabajo y el gráfico de la pieza.

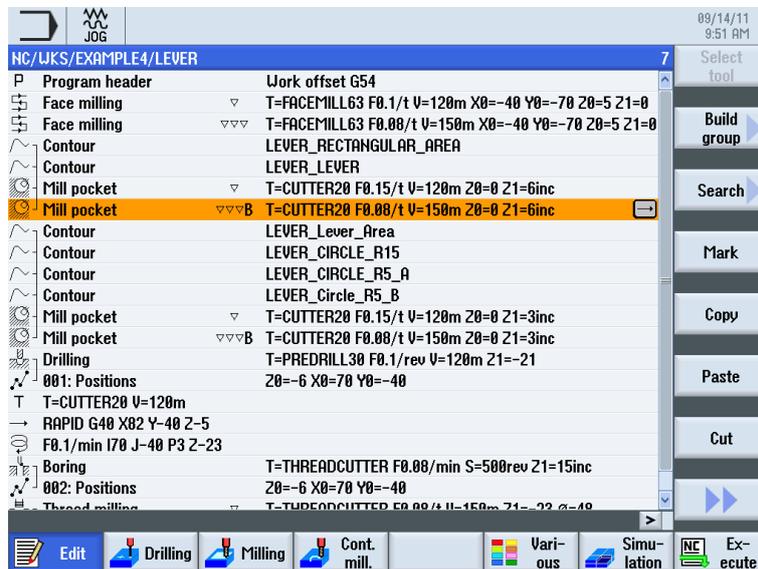


Figura 2-1 Paso en el plan de trabajo

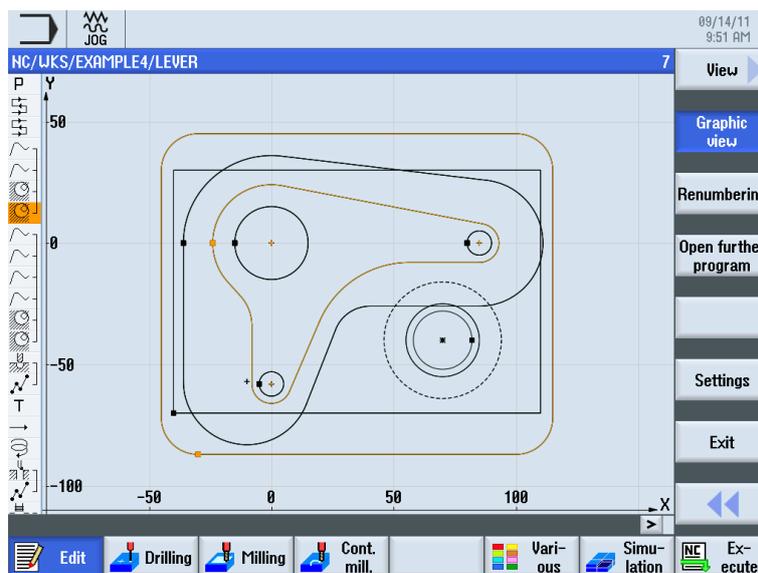
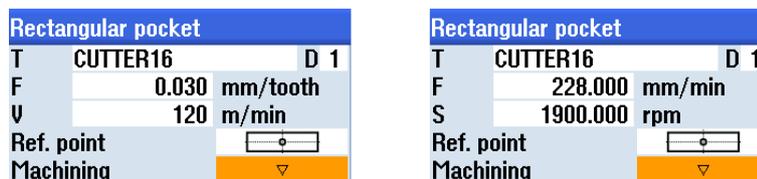


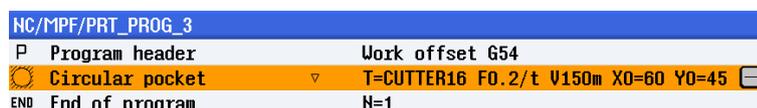
Figura 2-2 Visualización gráfica

2.2 Programación más rápida

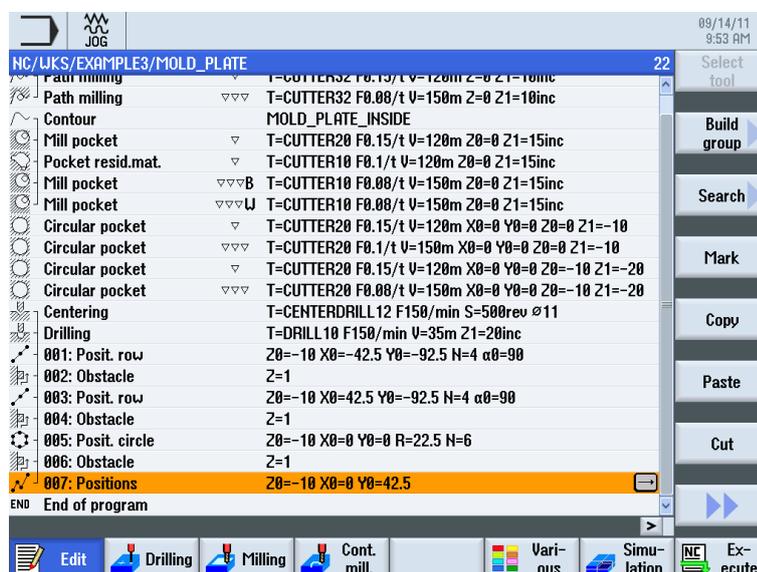
- Porque ShopMill ya le ofrece toda la ayuda necesaria a la hora de introducir los valores tecnológicos: introduzca únicamente los valores **Avance/diente** y **Velocidad de corte** tomados del cuaderno de tablas y ShopMill calculará automáticamente la velocidad de giro y la velocidad de avance.



- Porque ShopMill le permite describir con un solo paso de trabajo un proceso de mecanizado completo y ejecuta automáticamente los movimientos de posicionamiento necesarios (en este caso, del punto de cambio de herramienta a la pieza y viceversa).



- Porque en el **plan de trabajo gráfico** de ShopMill todas las operaciones de mecanizado se representan de una forma más compacta y clara. De esta manera tendrá una visión general completa y, por tanto, mejores posibilidades de edición incluso en cadenas de producción extensas.



- Porque es posible, por ejemplo, concatenar varias operaciones de mecanizado con varios patrones de posiciones durante el taladrado, sin tener que ejecutar las operaciones una y otra vez.

	Centering	T=CENTERDRILL12 F150/min S500rev \varnothing 11
	Drilling	T=DRILL10 F150/min V35m Z1=20inc
	001: Row of positions	Z0=-10 X0=-42.5 Y0=-92.5 N=4 α 0=90
	002: Obstacle	Z=1
	003: Row of positions	Z0=-10 X0=42.5 Y0=-92.5 N=4 α 0=90
	004: Obstacle	Z=1
	005: Position circle	Z0=-10 X0=0 Y0=0 R=22.5 N=6
	006: Obstacle	Z=1
	007: Positions	Z0=-10 X0=0 Y0=42.5
END	End of program	N=1

- Porque la calculadora de contornos integrada puede procesar todos los acotados convencionales (cartesiano, polar) y, aun así, su manejo es muy fácil y claro, gracias al lenguaje coloquial y a los gráficos de ayuda.

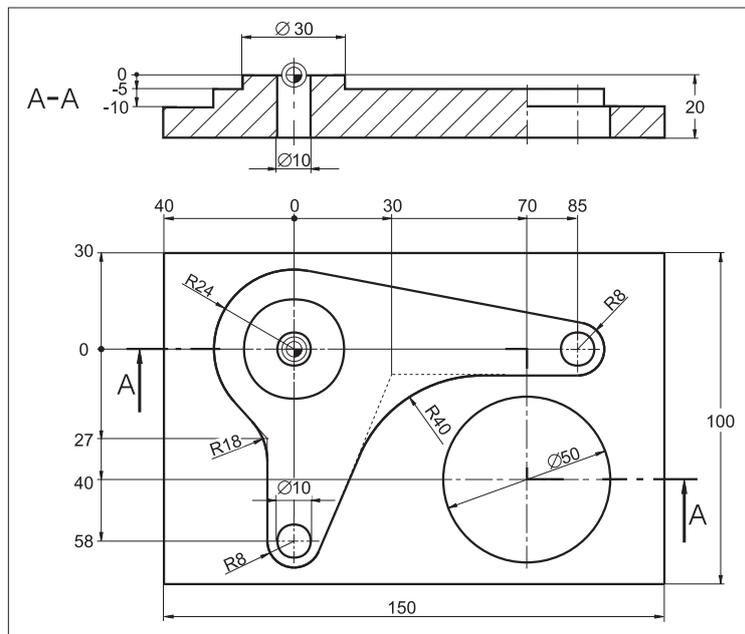


Figura 2-3 Dibujo técnico

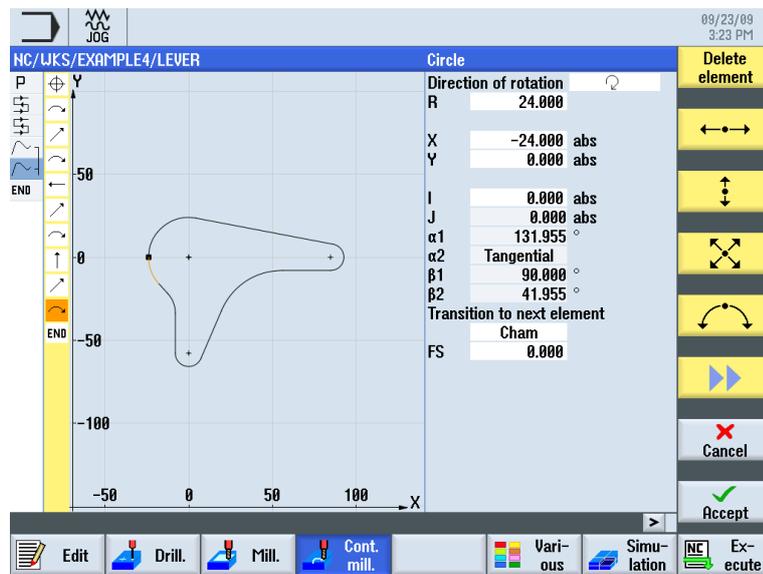


Figura 2-4 Máscara de entrada

- Porque puede cambiar en cualquier momento entre la vista gráfica y la máscara de parámetros con pantalla de ayuda.

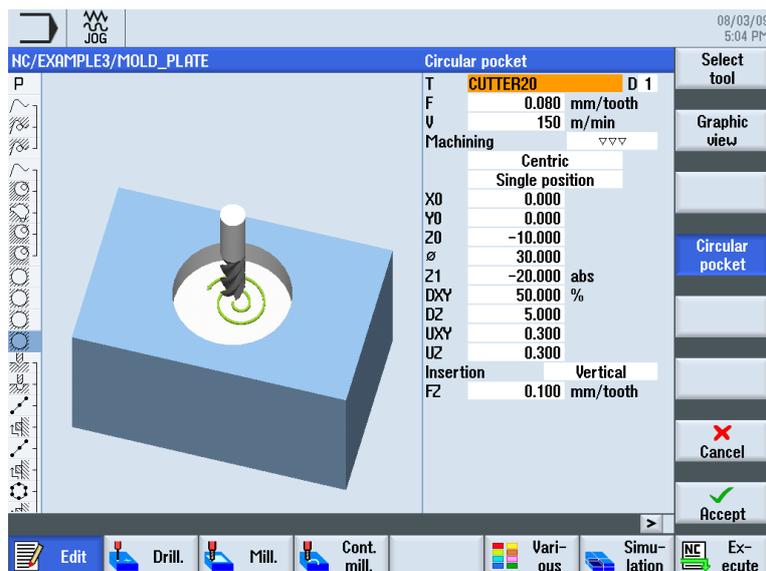
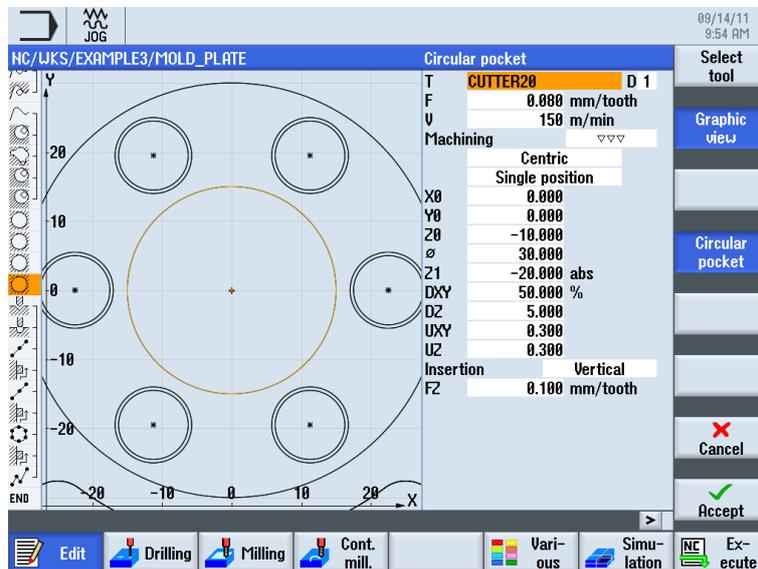
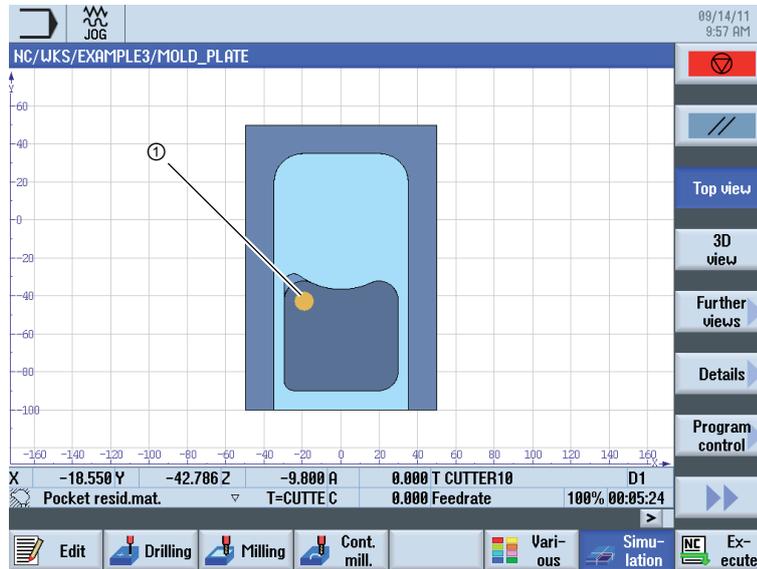


Figura 2-5 Máscara de parámetros con pantalla de ayuda

- Porque la creación de un plan de trabajo y la producción no se excluyen mutuamente. Con ShopMill puede crear un nuevo plan de trabajo al mismo tiempo que avanza la producción.

2.3 Producción más rápida

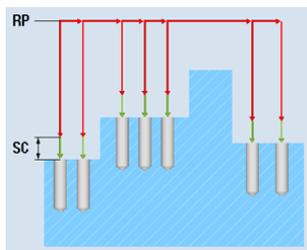
- Porque para elegir una fresa con la que vaciar las cajas de contorno no es necesario guiarse por los radios de la caja: el material sobrante ① es reconocido y vaciado automáticamente por una fresa más pequeña.



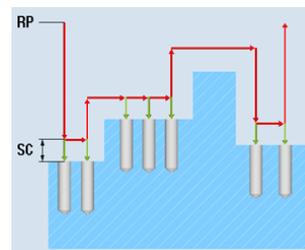
- Porque durante el posicionamiento de la herramienta no se producen movimientos de penetración superfluos entre el plano de retirada y el de mecanizado. Esto es posible gracias a los ajustes **Retirada a RP** y **Retirada optimizada**.

El ajuste **Retirada optimizada** debe ser llevado a cabo por un especialista en la cabeza de programa. Al hacerlo deben tenerse en cuenta los obstáculos, p. ej. los elementos de sujeción.

Retirada al plano de retirada (RP)



Retirada al plano de mecanizado = menos tiempo de producción



- Porque puede optimizar la secuencia de mecanizado casi sin esfuerzo gracias a la estructura compacta del plan de trabajo (en este caso, p. ej., prescindiendo de un cambio de herramienta).

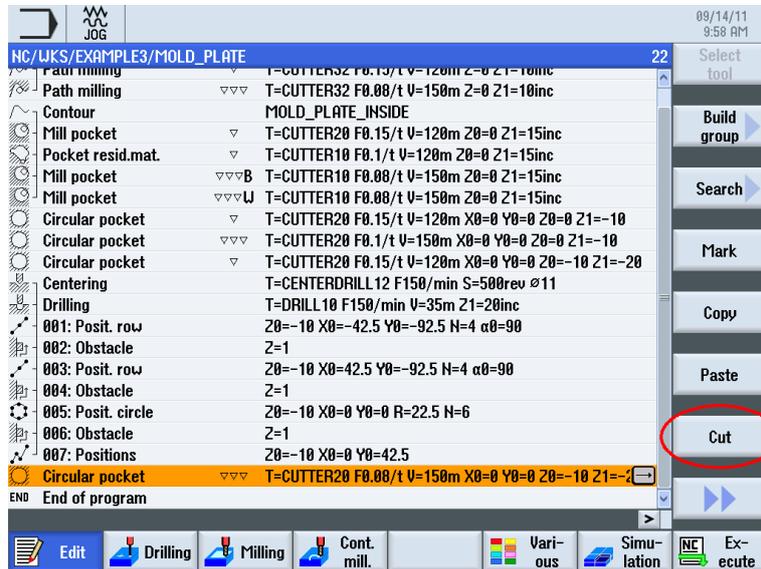


Figura 2-6 Secuencia de mecanizado original

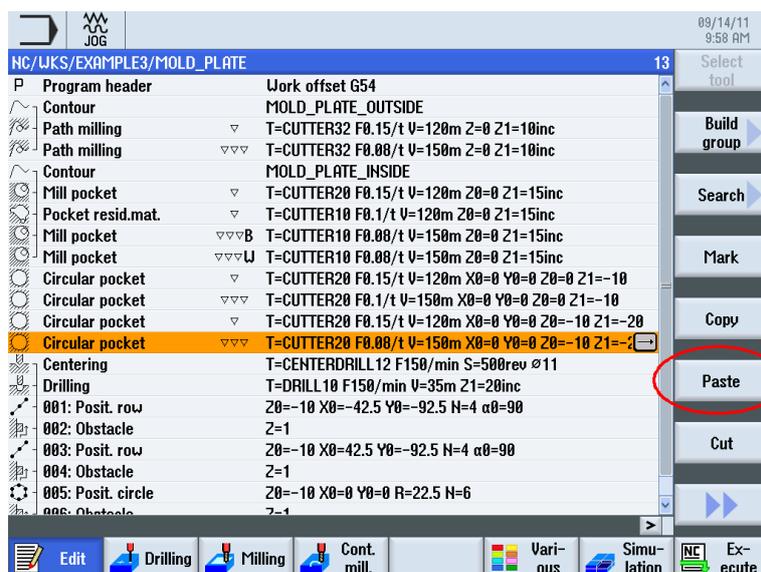


Figura 2-7 Secuencia de mecanizado optimizada cortando y pegando el paso de trabajo

- Porque ShopMill le permite lograr velocidades de avance máximas con una precisión de repetición óptima gracias a la tecnología digital continua (desde accionamientos SINAMICS hasta controles SINUMERIK).

Para que todo funcione correctamente

En este capítulo descubrirá a modo de ejemplo los fundamentos del manejo de ShopMill.

3.1 Manejo de ShopMill

Disponer de un software potente no es lo único importante; este también debe poder manejarse con facilidad. No importa si utiliza SINUMERIK 840D sl o SINUMERIK 828D, que mostramos aquí: el sinóptico panel de operador de la máquina le ayudará en su trabajo. El panel de operador consta de tres partes: el panel de operador plano ①, el teclado completo CNC ② y el panel de mando de la máquina ③.



3.1 Manejo de ShopMill

A continuación enumeramos las teclas del teclado completo CNC más importantes para navegar por ShopMill:

Tecla	Función
	<HELP> Llama la ayuda online contextual de la ventana seleccionada.
	<SELECT> Selecciona un valor ofrecido.
	Teclas de cursor Las 4 teclas de cursor permiten mover el cursor. La tecla <Cursor derecha> mostrada aquí permite abrir en el modo de edición un directorio o programa (p. ej., un ciclo) en el editor.
	<PAGE UP> Retrocede en una página de menú.
	<PAGE DOWN> Avanza en una página de menú.
	<END> Mueve el cursor al último campo de entrada en una pantalla de menú o en una tabla.
	 <ul style="list-style-type: none"> • Modo de edición: Borra el primer carácter hacia la derecha. • Modo de navegación: Borra todos los caracteres.
	<BACKSPACE> <ul style="list-style-type: none"> • Modo de edición: Borra un carácter marcado a la izquierda del cursor. • Modo de navegación: Borra todos los caracteres marcados a la izquierda del cursor.
	<INSERT> <ul style="list-style-type: none"> • Al accionarla una vez se accede al modo de edición y al accionarla de nuevo se sale del modo de edición y se accede al modo de navegación.
	<INPUT> <ul style="list-style-type: none"> • Concluye la entrada de un valor en el campo de entrada. • Abre un directorio o programa.

La auténtica selección de funciones se lleva a cabo en ShopMill con las teclas dispuestas en torno a la pantalla. La mayoría de estas están directamente asignadas a los distintos puntos de menú. Dado que el contenido de los menús cambia según la situación, dichas teclas se llaman "pulsadores de menú".

Todas las funciones principales pueden ejecutarse mediante los pulsadores de menú horizontales.

A todas las subfunciones de ShopMill se accede por medio de los pulsadores de menú verticales.



El menú inicial puede abrirse en cualquier momento con esta tecla, independientemente del campo de manejo en el que se encuentre en cada momento.

Menú inicial



3.2 Contenido del menú inicial

3.2.1 Máquina

Máquina - Manual



Presione el pulsador de menú "Máquina".



Pulse la tecla "JOG".

3.2 Contenido del menú inicial

Aquí se prepara la máquina; la herramienta se desplaza en modo manual. También permite medir herramientas y ajustar orígenes de pieza.

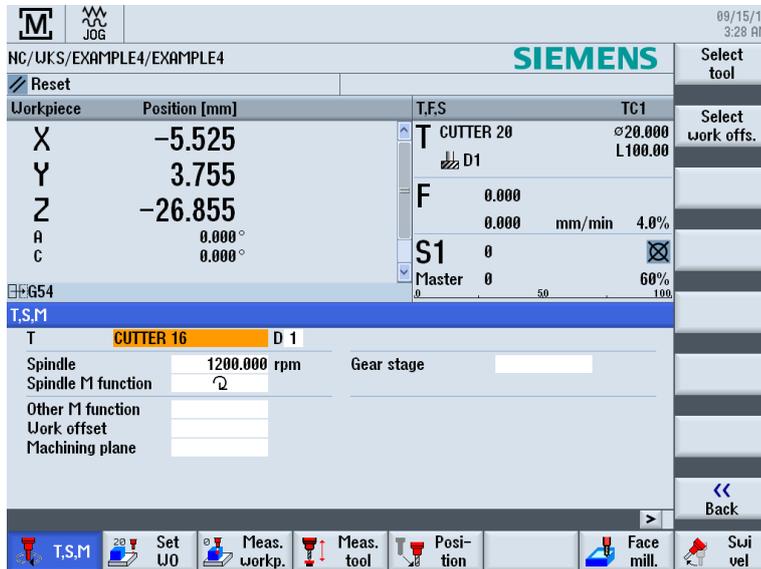


Figura 3-1 Llamada de una herramienta e introducción de valores tecnológicos

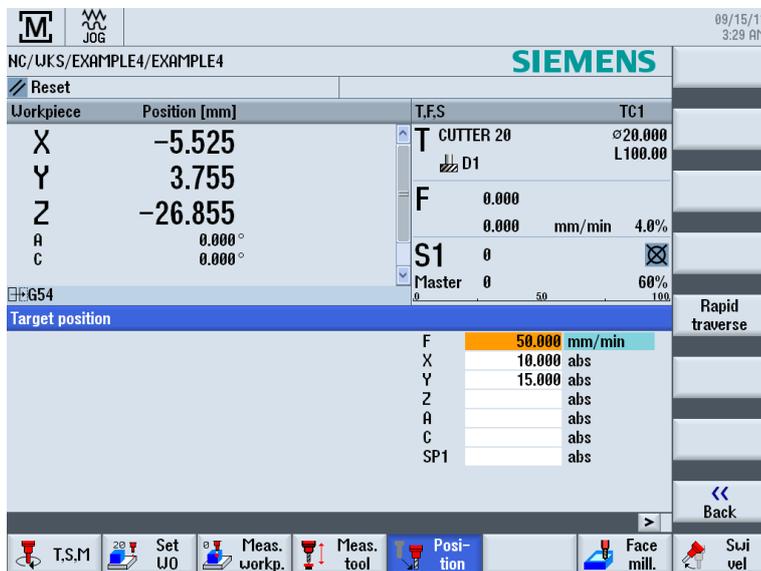


Figura 3-2 Introducción de una posición de destino

Máquina - Auto



Presione el pulsador de menú "Máquina".



Pulse la tecla "AUTO".

El paso de trabajo actual se visualiza durante la producción. Durante esta fase puede cambiarse a una simulación simultánea pulsando una tecla ("Dibujar"). Durante la confección de un plan de trabajo pueden añadirse pasos o iniciarse un nuevo plan.

The screenshot displays the Siemens CNC control interface. At the top, there is a status bar with the 'M' icon, 'AUTO' mode, and the date/time '09/12/11 11:26 AM'. Below this, the program name 'NC/UJS/EXAMPLE2/INJECTION_FORM1' is shown. The main area is divided into several sections:

- Workpiece Position [mm]:** X: 0.000, Y: 0.000, Z: -100.000. Rotational axes A and C are at 0.000°.
- T,F,S:** T: CUTTER20 (dia 20.000, L100.000), F: 0.000 mm/min (120%), S1: 0 (50% Master).
- Program Levels:** A list of program blocks including 'P Program header Work offset G54', 'T T=CUTTER20 V=80m', 'RAPID X-12 Y-12', 'RAPID Z-5', 'F100/min G41 X5 Y5', 'X=30 Y=75', 'L20 alpha 176', and 'G2 alpha 90'.
- Right-hand Menu:** G functions, Auxiliary functions, Basic blocks, Time / counter, Program levels, Act. values Machine.
- Bottom Bar:** Over-store, Prog. cntrl., Block search, Simult. record., Prog. corr.

3.2.2 Parámetro

Listas de parámetros



Aquí pueden editarse datos de la gestión de herramientas y de programas.

Listas de herramientas

No es posible el arranque de virutas sin herramientas.

Estas pueden administrarse en una lista de herramientas.

Loc.	Type	Tool name	ST	D	Length	∅				
1	▨	CUTTER10	1	1	150.000	10.000		4	↻	<input type="checkbox"/>
2	▨	CUTTER16	1	1	110.000	16.000		3	↻	<input checked="" type="checkbox"/>
3	▨	CUTTER20	1	1	100.000	20.000		3	↻	<input type="checkbox"/>
4	▨	CUTTER32	1	1	100.000	32.000		3	↻	<input type="checkbox"/>
5	▨	CUTTER60	1	1	110.000	60.000		6	↻	<input checked="" type="checkbox"/>
6	▨	DRILL8.5	1	1	120.000	8.500	118.0		↻	<input checked="" type="checkbox"/>
7	▨	DRILL10	1	1	120.000	10.000	118.0		↻	<input checked="" type="checkbox"/>
8	▨	CENTERDRILL12	1	1	120.000	12.000	90.0		↻	<input checked="" type="checkbox"/>
9	▨	THREADCUTTER M10	1	1	120.000	10.000	1.500		↻	<input checked="" type="checkbox"/>
10	▨	FACEMILL63	2	1	110.000	63.000		6	↻	<input checked="" type="checkbox"/>
11	▨	PREDRILL30	1	1	100.000	30.000	118.0		↻	<input type="checkbox"/>
12	▨	DRILL_tool	1	1	100.000	25.000			↻	<input type="checkbox"/>
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										

Figura 3-3 Lista de herramientas

Almacén

Las herramientas pueden agruparse en un almacén.

Loc.	Type	Tool name	ST	D	D Z	L
1		CUTTER10	1	1		
1		CUTTER20	1	1		
2						
3		CUTTER16	1	1		
4		CUTTER32	1	1		
5		CUTTER60	1	1		
6		DRILL8.5	1	1		
7		DRILL10	1	1		
8		CENTERDRILL 12	1	1		
9		THREADCUTTER_M10	1	1		
10		FACEMILL63	1	1		
11		PREDRILL30	2	1		
12		DRILL_TOOL	1	1		
13		THREADCUTTER	1	1		
14		CUTTER6	1	1		
15		EDGE_TRACER	1	1		
16						
17						
18						
19						

Figura 3-4 Almacén

Decalajes de origen

Los puntos de origen se guardan en una tabla de orígenes sinóptica.

	X	Y	Z	A	C
DRF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rotary table ref.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Basic reference	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total basic WJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G54	-51.755	0.000	20.000	0.000	0.000
Tool reference	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Workpiece ref.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Programmed WJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cycle reference	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total WJ	-51.755	0.000	20.000	0.000	0.000

Figura 3-5 Decalajes de origen

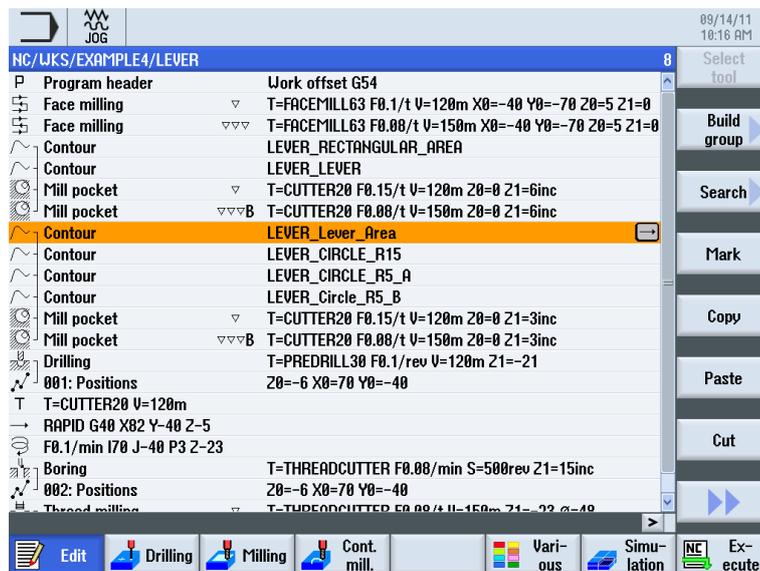
3.2.3 Programa

Editar programas

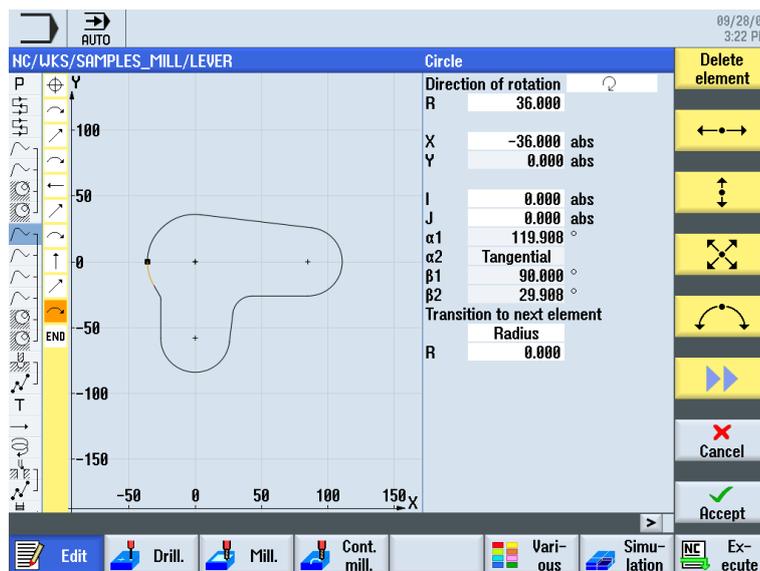


Aquí puede editar programas.

Si ha creado en el gestor de programas un **programa ShopMill**, puede elaborar ahora el plan de trabajo con su respectiva secuencia de mecanizado completa para la pieza correspondiente. Para que el orden sea óptimo es imprescindible contar con la experiencia de un especialista.

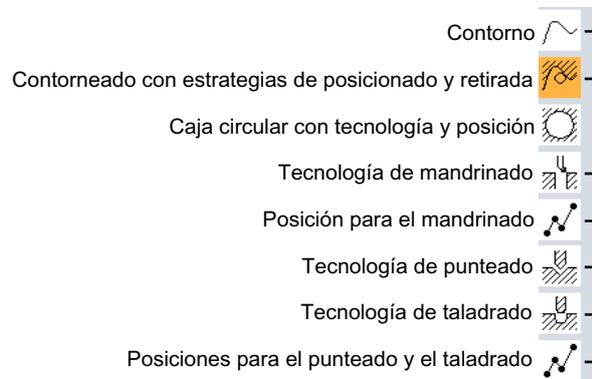


El contorno a a mecanizar se introduce gráficamente como paso de trabajo.



La geometría y la tecnología constituyen una unidad en la programación. Los mecanizados tecnológicos subsiguientes se aplican al contorno.

Ejemplo del engrane de geometría y tecnología:



Esta relación geométrico-tecnológica se muestra de manera muy clara en la vista gráfica de los pasos de trabajo por medio de "llaves" que unen los símbolos correspondientes. En este caso, las "llaves" hacen referencia a una concatenación de geometría y tecnología en un paso de trabajo.

Simulación de programas

Antes de la fabricación de la pieza en la máquina, tiene la posibilidad de visualizar en pantalla una representación gráfica de la ejecución del programa.

- Accione los pulsadores de menú "Simulación" e "Iniciar".
- Accione el pulsador de menú "Parada" si desea detener la simulación.
- Con el pulsador de menú "Reset" puede interrumpir la simulación.

Para la simulación están disponibles las siguientes vistas:

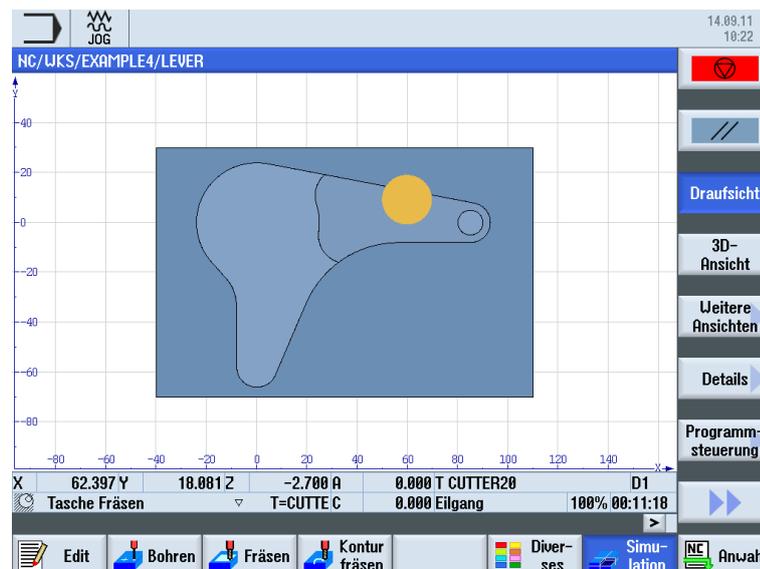


Figura 3-6 Vista en planta

3.2 Contenido del menú inicial

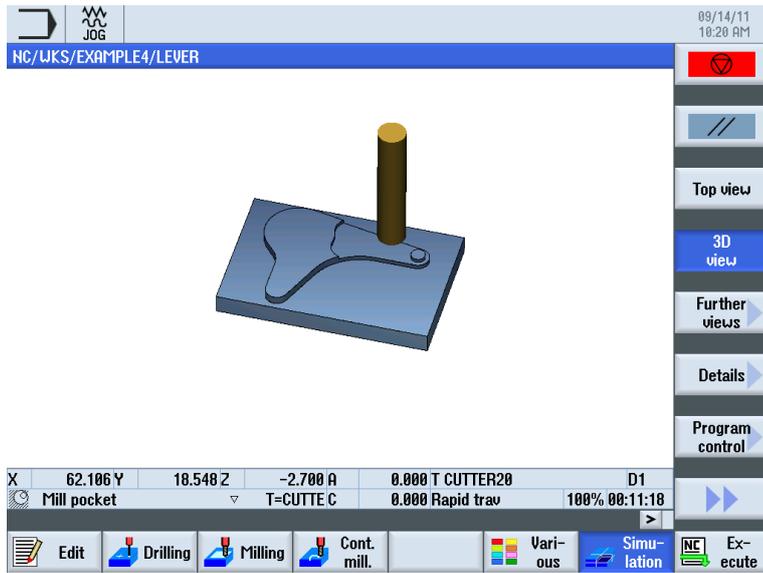


Figura 3-7 Vista en 3D

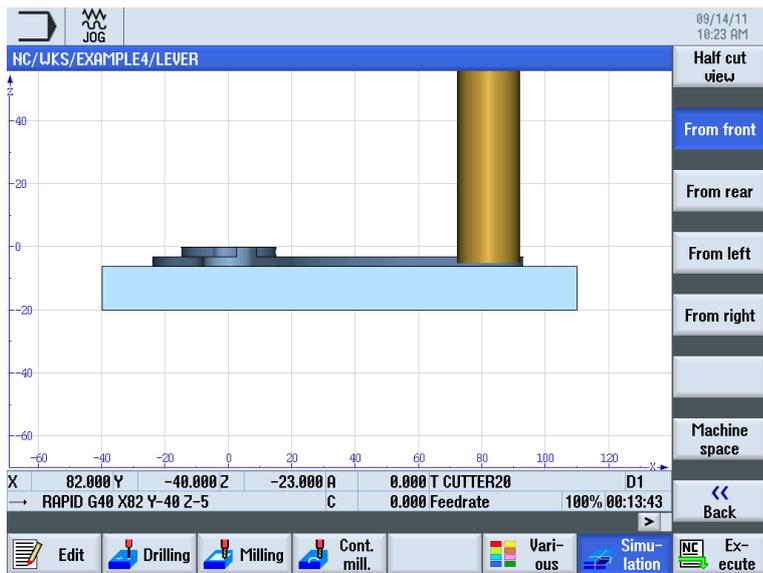


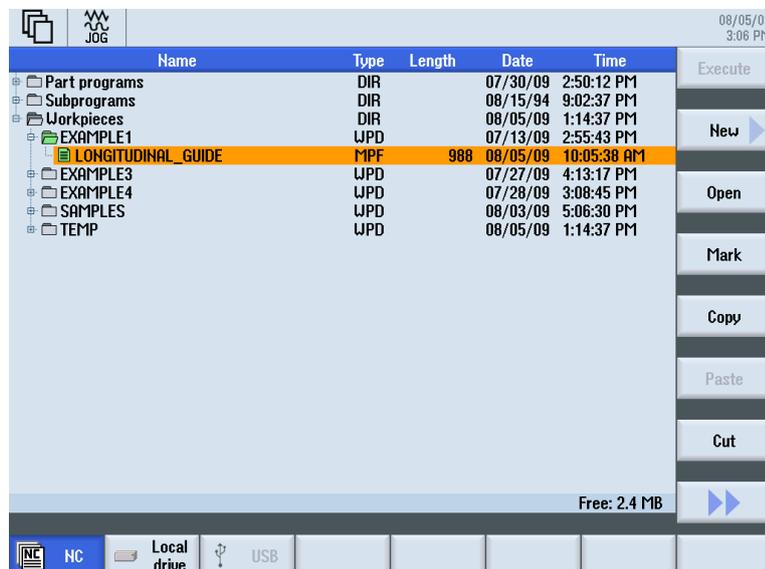
Figura 3-8 Vista lateral

3.2.4 Gestor de programas

Gestión de programas



El gestor de programas le permite crear en cualquier momento programas nuevos. Puede recurrir a los programas existentes para ejecutarlos, modificarlos, copiarlos o darles un nuevo nombre. Los programas que ya no son necesarios pueden borrarse.



Los programas activos se identifican con un símbolo verde.



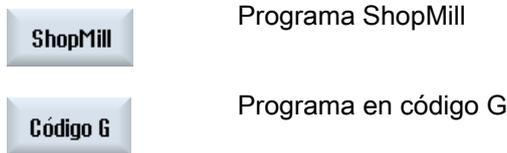
Las unidades Flash USB ofrecen la posibilidad de intercambiar datos. Así pueden copiarse en el CN y ejecutarse, por ejemplo, programas creados externamente.

Creación de una nueva pieza

En una pieza puede gestionar sus programas u otros ficheros, p. ej. datos de herramienta, orígenes o la ocupación del almacén.

Crear nuevo programa

Si crea un programa nuevo, podrá determinar el modo de programación mediante los siguientes pulsadores de menú:



3.2.5 Diagnóstico

Alarmas y avisos



Aquí puede consultar listas de alarmas, avisos y protocolos de alarmas.

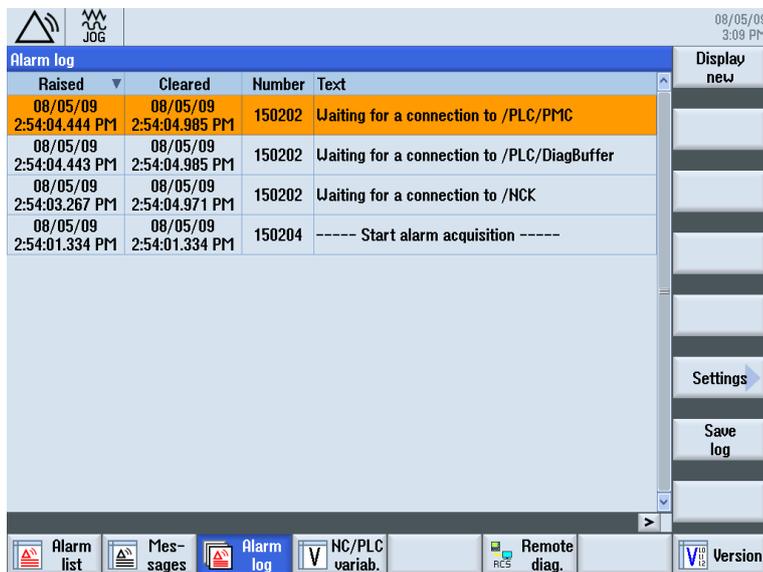


Figura 3-9 Protocolo de alarmas

Bases para principiantes

En este capítulo se explican las bases generales de la geometría y la tecnología del fresado. En este caso no se prevé todavía ninguna entrada en ShopMill.

4.1 Fundamentos geométricos

4.1.1 Ejes de herramienta y planos de trabajo

En las fresadoras universales, la herramienta puede montarse paralela a cualquiera de los tres ejes principales. Estos ejes, que forman un ángulo recto entre sí, están alineados según la norma DIN 66217 o ISO 841 con las guías principales de la máquina.

La posición de montaje de la herramienta determina el plano de trabajo correspondiente. En la mayoría de los casos, el eje Z es el eje de herramienta.

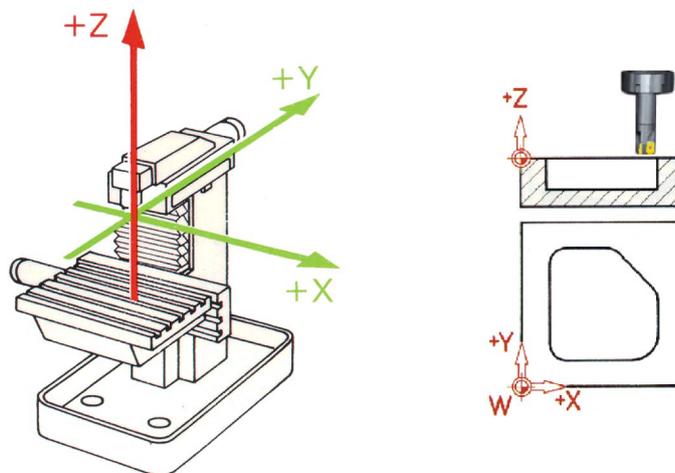


Figura 4-1 Cabezal vertical

En las máquinas modernas, el cambio de la posición de montaje de la herramienta se realiza en unos pocos segundos por medio del cabezal orientable universal sin necesidad de adaptar la máquina.

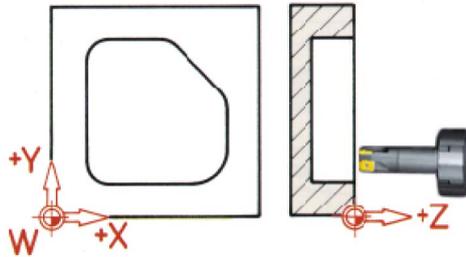


Figura 4-2 Cabezal horizontal

Si se gira el sistema de coordenadas representado en la página anterior, los ejes y sus direcciones cambian en el plano de trabajo correspondiente (DIN 66217).

Los pulsadores de menú "Otros" y "Ajustes" permiten acceder a una máscara de parámetros en la que puede configurar los planos de trabajo en la cabeza de programa.



Accione el pulsador de menú "Otros".



Accione el pulsador de menú "Ajustes".

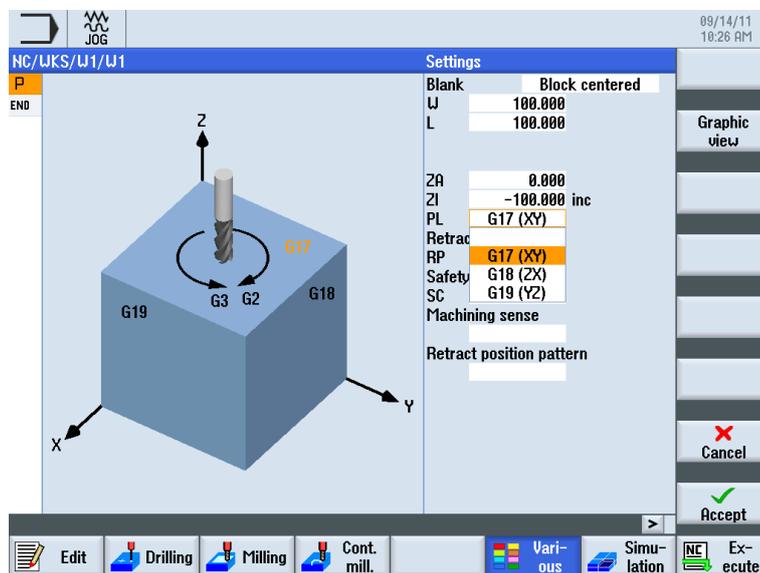
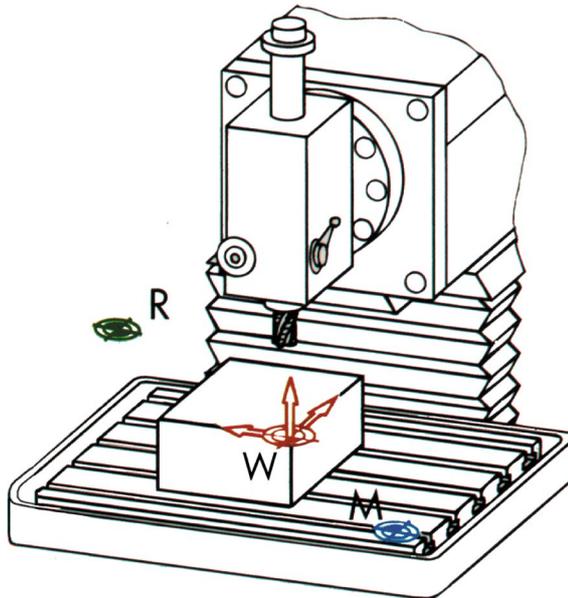


Figura 4-3 Máscara de parámetros "Planos de trabajo"

4.1.2 Puntos en la zona de trabajo

Para que un control CNC (como SINUMERIK 828D con ShopMill) pueda orientarse mediante el sistema de medida en la zona de trabajo disponible, esta cuenta con algunos puntos de referencia importantes.



Origen de máquina M

El origen de máquina M es determinado por el fabricante y no puede modificarse. Se encuentra en el origen del sistema de coordenadas de la máquina.



Origen de pieza W

El origen de pieza W, también llamado origen de programa, es el origen del sistema de coordenadas de la pieza. Puede elegirse libremente y debería estar ubicado en el punto de donde proceda la mayoría de las medidas del plano.



Punto de referencia R

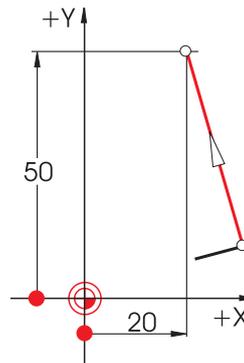
La aproximación al punto de referencia R se efectúa para fijar el cero del sistema de medida, ya que normalmente no es posible aproximarse al origen de la máquina. De esta forma, el control encuentra su inicio de contador en el sistema de medida de desplazamiento.

4.1.3 Cotas absolutas e incrementales

Entrada absoluta

Los valores introducidos se refieren al origen de la pieza.

Straight XY	
X	20.000 abs
Y	50.000 abs

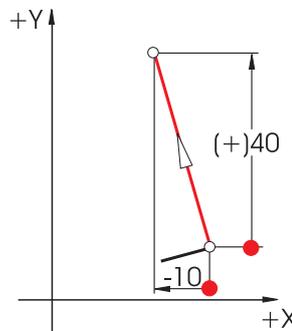


En las entradas absolutas deben indicarse siempre los valores de coordenadas **absolutos** del **punto final** (el punto inicial no se tiene en cuenta).

Entrada incremental

Los valores introducidos se refieren al punto inicial.

Straight XY	
X	-10.000 inc
Y	40.000 inc

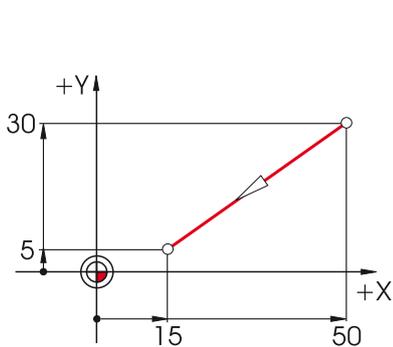


En las entradas incrementales deben indicarse siempre los valores **diferenciales** entre el **punto inicial** y el **punto final** teniendo en cuenta la **dirección**.

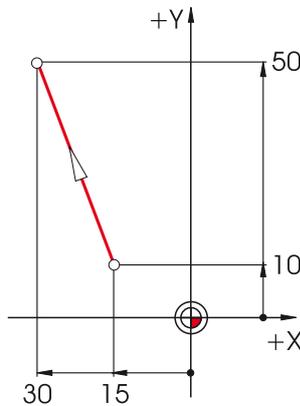


La tecla SELECT permite cambiar en cualquier momento entre la entrada absoluta y la entrada incremental.

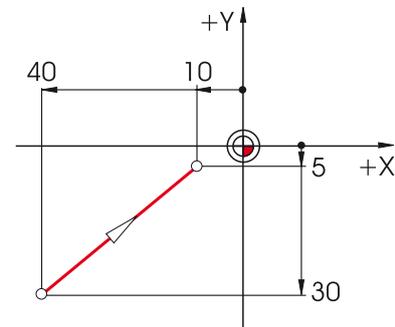
Estos son algunos ejemplos de la combinación absoluto/incremental:



Absoluto:
X15 Y5
Incremental:
X-35 Y-25



Absoluto:
X-30 Y50
Incremental:
X-15 Y40



Absoluto:
X-10 Y-5
Incremental:
X30 Y25

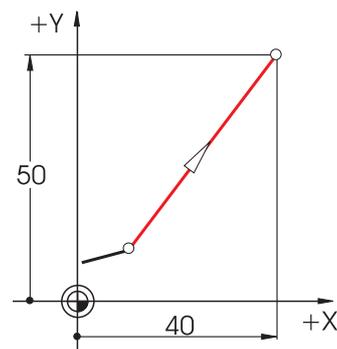
4.1.4 Movimientos rectilíneos

Para establecer de manera unívoca un punto final se necesitan dos datos. Los datos pueden tener la siguiente estructura:

- Cartesiana

Introducción de las coordenadas X e Y

Straight XY		
X	40.000	abs
X	30.000	inc
Y	50.000	abs
Y	40.000	inc
L	50.000	
$\alpha 1$	53.130	°
$\alpha 2$	38.133	°
Transition to next element		
Radius		



- Polar

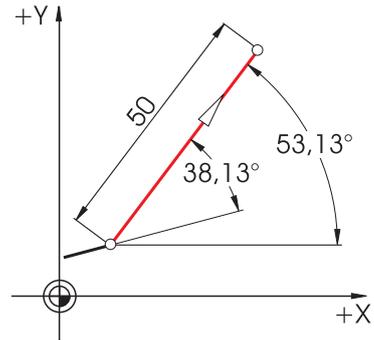
Introducción de la longitud y de un ángulo

Ángulo $38,13^\circ$ = ángulo respecto al elemento anterior

o bien

Ángulo $53,13^\circ$ = ángulo inicial respecto al eje X positivo

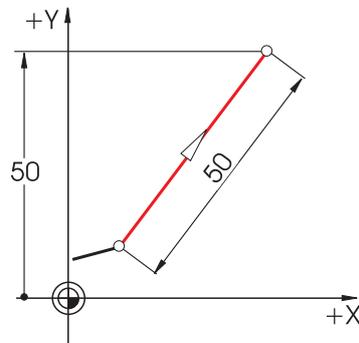
Straight XY		
X	40.000	abs
X	30.000	inc
Y	50.000	abs
Y	40.000	inc
L	50.000	
$\alpha 1$	53.130	°
$\alpha 2$	38.133	°
Transition to next element		
Radius		



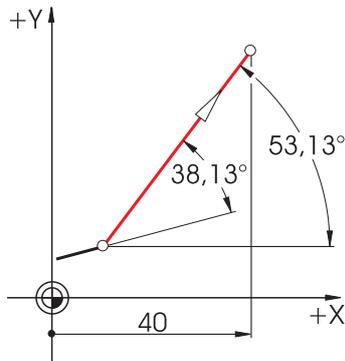
- Cartesiana y polar

Pueden combinarse los datos cartesianos y polares, p. ej.:

- Introducción del punto final en Y y de la longitud



- Introducción del punto final en X y de un ángulo ($38,13^\circ$ o bien $53,13^\circ$)



4.1.5 Movimientos circulares

En los arcos de círculo, X e Y indican el punto final; el centro del círculo se indica con I y J. En ShopMill, estos cuatro valores pueden introducirse independientemente de manera **absoluta** o **incremental**.

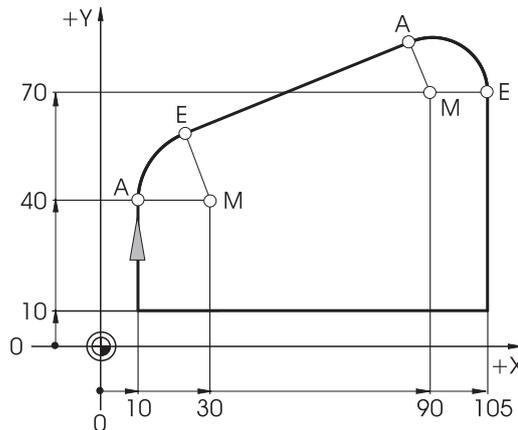
Mientras que X e Y son valores absolutos, el centro se indica con I y J de manera incremental en la mayoría de los controles. En este caso no solo debe determinarse la diferencia entre el punto inicial **A** y el centro **M** (a menudo en combinación con operaciones matemáticas), sino también la dirección y, por tanto, el signo.

En cambio, en ShopMill no es necesario realizar ningún tipo de cálculo gracias a la posibilidad de introducir el centro de manera absoluta; además, cualquier contorno que siga siendo complicado puede determinarse gráficamente sin esfuerzo con la calculadora de contornos.

Introducción del centro (absoluto)

Los valores (en este caso, radios) que se obtienen a partir de los datos ya introducidos son calculados automáticamente por ShopMill.

Circle	
Direction of rotation	<input type="text" value="R"/>
X	<input type="text" value=""/>
Y	<input type="text" value=""/>
I	<input type="text" value="30.000"/> abs
J	<input type="text" value="40"/> abs
$\alpha 1$	<input type="text" value=""/>
$\alpha 2$	<input type="text" value=""/>
$\beta 1$	<input type="text" value=""/>
$\beta 2$	<input type="text" value=""/>
Transition to next element	Radius
R	<input type="text" value="0.000"/>



Circle	
Direction of rotation	<input type="text" value="R"/>
X	<input type="text" value="105.000"/> abs
Y	<input type="text" value="70.000"/> abs
I	<input type="text" value="90"/> abs
J	<input type="text" value=""/>

Después de introducir los datos:

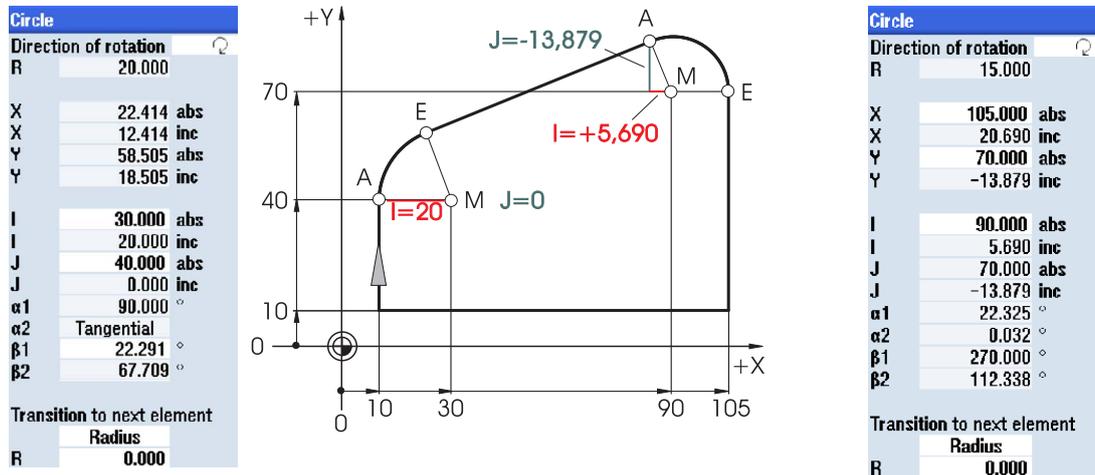
Circle	
Direction of rotation	<input type="text" value="R"/>
R	<input type="text" value="20.000"/>
X	<input type="text" value=""/>
Y	<input type="text" value=""/>
I	<input type="text" value="30.000"/> abs
J	<input type="text" value="40.000"/> abs
$\alpha 1$	<input type="text" value="90.000"/>
$\alpha 2$	<input type="text" value="Tangential"/>
$\beta 1$	<input type="text" value=""/>
$\beta 2$	<input type="text" value=""/>
Transition to next element	Radius
R	<input type="text" value="0.000"/>

Después de introducir los datos:

Circle	
Direction of rotation	<input type="text" value="R"/>
R	<input type="text" value="15.000"/>
X	<input type="text" value="105.000"/> abs
Y	<input type="text" value="70.000"/> abs
I	<input type="text" value="90.000"/> abs
J	<input type="text" value="70.000"/> abs

Visualización de todos los parámetros

En ShopMill pueden mostrarse también **todos** los valores geométricos posibles:



Otra ventaja del acotado absoluto del centro: no es necesario volver a calcular los valores de I y J en caso de invertir el sentido de fresado.

4.2 Bases tecnológicas

El requisito fundamental para una producción óptima es conocer a fondo las herramientas, sobre todo los materiales de filo, las posibilidades de uso de las herramientas y los datos de corte óptimos en cada caso. Si bien las herramientas propiamente dichas representan tan solo un 2-5% aprox. de los costes totales de fabricación de una pieza, su potencia influye en más de un 50% en los costes de producción de un componente.

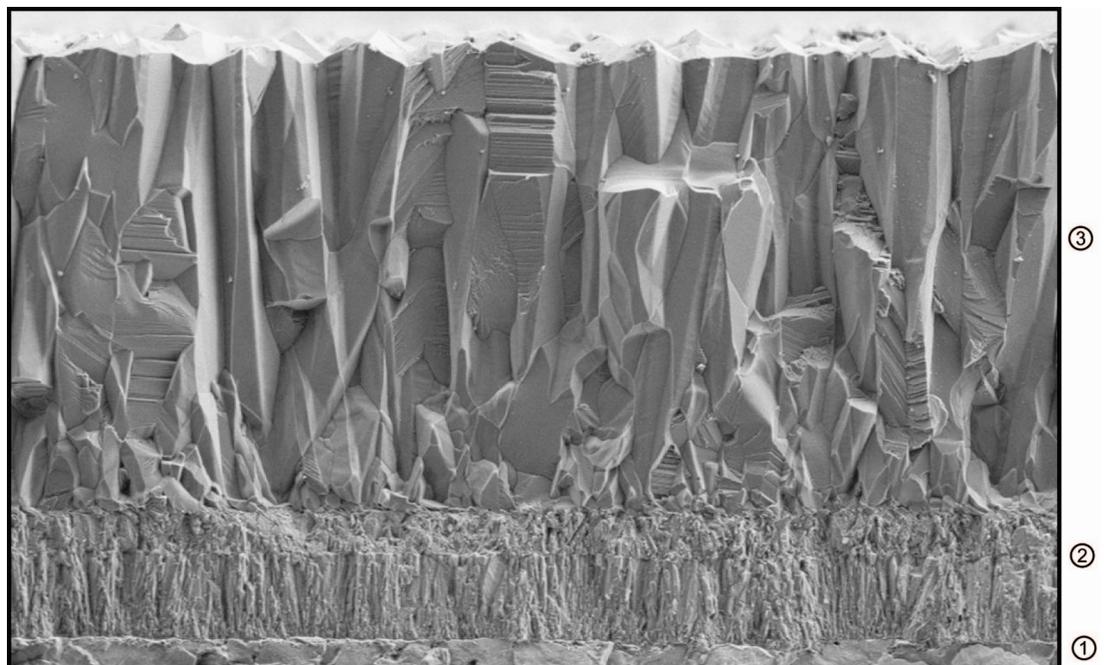
4.2.1 Herramientas de fresado y de taladrado modernas

La potencia de arranque de virutas ha ido mejorando constantemente en los últimos años debido al desarrollo de nuevos materiales de filo. Sobre todo la tecnología de recubrimiento desarrollada desde los años sesenta ha permitido lograr una relación equilibrada entre la dureza y la resistencia al desgaste. Este tipo de materiales de filo tiene otras ventajas: un mayor tiempo de uso y una mejor calidad de la superficie.

Los recubrimientos cerámicos especiales, p. ej. una capa de Al_2O_3 , son especialmente adecuados para velocidades de corte elevadas por su resistencia al calor.



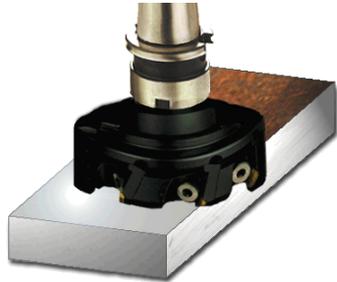
Las imágenes (que nos ha cedido amablemente el fabricante de herramientas SECO) muestran, en primer lugar, un sistema de fresado de aristas con plaquitas reversibles con diferentes recubrimientos. La segunda ilustración presenta una tecnología de recubrimiento novedosa a la que SECO ha dado el nombre de "recubrimiento DURATOMIC™", que consiste en colocar sobre un sustrato de metal duro (HM) ① y una capa base de TiCN ② cristales de Al_2O_3 dispuestos en vertical ③.



Con este recubrimiento especial se consigue al mismo tiempo aumentar aún más la resistencia al desgaste y la dureza.

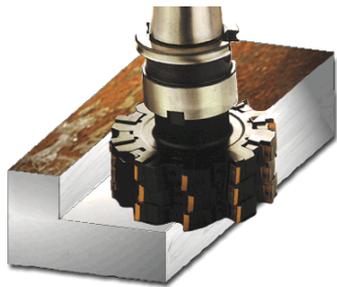
4.2.2 Herramientas utilizadas

Fresa para planear



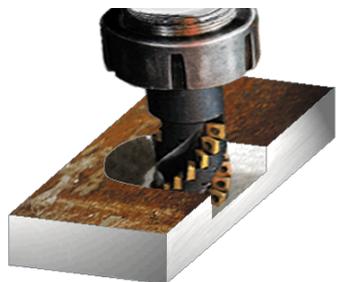
Con la fresa para planear (también llamada cabezal portacuchillas) se erosionan grandes volúmenes.

Fresa cilíndrica frontal



Con la fresa cilíndrica frontal se crean cortes de contorno rectangulares con resaltes verticales.

Fresa frontal helicoidal



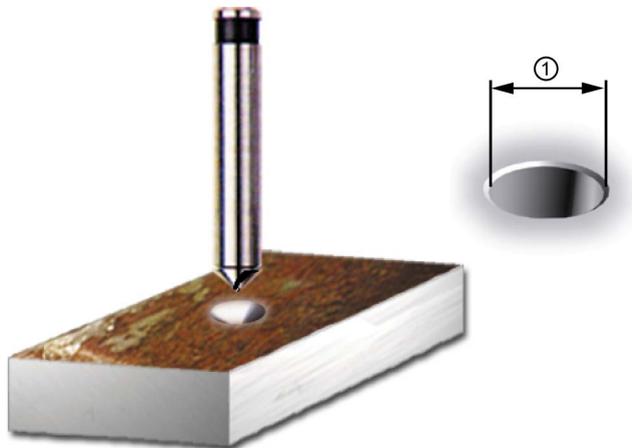
La fresa frontal helicoidal es una herramienta multicorte que permite un mecanizado especialmente "relajado" gracias a la disposición en espiral de los filos.

Fresa de cajear



La fresa de cajear (también llamada fresa para ranuras de chaveta) realiza los cortes más allá del centro y, por tanto, puede introducirse hasta el fondo. Suele tener dos o tres filos.

Broca CN



Las brocas CN sirven para puntear y crear un chaflán para el siguiente taladro. ShopMill calcula automáticamente la profundidad si se indica el diámetro exterior del chaflán ①.

Broca helicoidal



En ShopMill puede elegirse entre diferentes tipos de taladrado (rotura de virutas, taladrado profundo, etc.). La punta de la broca 1/3D se determina automáticamente en ShopMill.

Broca maciza



Las brocas macizas están dotadas de plaquitas reversibles y solo están disponibles para taladros de gran diámetro. El proceso de taladrado debe llevarse a cabo siempre sin interrupción.

4.2.3 Velocidad de corte y velocidades de giro

La velocidad de giro óptima de una herramienta en cada momento depende del material de su filo y del material de la pieza, así como del diámetro de la herramienta. En la práctica, la velocidad de giro suele indicarse también de inmediato sin hacer cálculos basándose en los años de experiencia. No obstante, es mejor calcular la velocidad de giro a partir de la velocidad de corte tomada de ciertas tablas.

Ejemplo: cálculo de la velocidad de corte

Con la ayuda de los catálogos del fabricante o de un cuaderno de tablas se determina primero la velocidad de corte óptima.

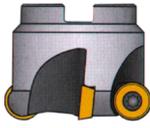
Material de la **herramienta**: Metal duro
Material de la **pieza**: C45

Valor hallado: $v_c = 80-150$ m/min
Se elige el valor medio: $v_c = 115$ m/min

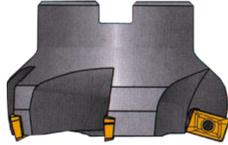
Con esta velocidad de corte y el diámetro conocido de la herramienta se calcula la velocidad de giro n .

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

A modo de ejemplo se calcula aquí la velocidad de giro de dos herramientas:

$$n_1 = \frac{115 \text{ mm} \cdot 1000}{40 \text{ mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$$


$$n_1 \approx 900 \text{ 1/min}$$

$$n_2 = \frac{115 \text{ mm} \cdot 1000}{63 \text{ mm} \cdot \pi \cdot \text{min}}$$


$$n_2 \approx 580 \text{ 1/min}$$

En la codificación CN, la velocidad de giro se indica con la letra **S** (del inglés "speed"). Los datos que deben introducirse son, por tanto, los siguientes:

Path milling		
T	CUTTER40	D 1
F	0.150 mm/tooth	
S	900.000 rpm	

Path milling		
T	CUTTER63	D 1
F	0.150 mm/tooth	
S	580.000 rpm	

Nota

ShopMill calcula automáticamente la velocidad de giro del cabezal a partir de la velocidad de corte y el diámetro de la herramienta. Esto es útil, por ejemplo, como comparación cruzada.

4.2.4 Avance por diente y velocidades de avance

En el capítulo anterior ha aprendido a determinar la velocidad de corte y a calcular la velocidad de giro. Para que la herramienta arranque virutas, esta velocidad de corte o de giro debe tener asignada una velocidad de avance de la herramienta.

El valor básico para el cálculo de la velocidad de avance es la magnitud característica "avance por diente". Al igual que la velocidad de corte, el valor del avance por diente se consulta en el cuaderno de tablas, en la documentación del fabricante de la herramienta o se obtiene a partir de conocimientos prácticos.

Ejemplo: determinación del avance por diente

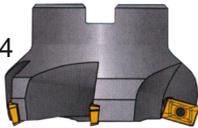
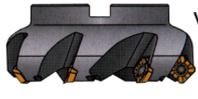
Material del filo de la herramienta :	Metal duro
Material de la pieza :	C45
Valor hallado:	$f_z = 0,1-0,2 \text{ mm}$
Se elige el valor medio:	$f_z = 0,15 \text{ mm}$

Con el avance por diente, el número de dientes y la velocidad de giro conocida se calcula la velocidad de avance v_f .

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

A modo de ejemplo se calcula aquí la velocidad de avance de dos herramientas con diferente número de dientes:

$$d_1 = 63 \text{ mm}, z_1 = 4 \quad d_2 = 63 \text{ mm}, z_2 = 9$$

$v_{f1} = 580 \text{ 1/min} \cdot 0,15 \text{ mm} \cdot 4$  $v_{f2} = 580 \text{ 1/min} \cdot 0,15 \text{ mm} \cdot 9$ 

$v_{f1} = 348 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$ $v_{f2} = 783 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$

En la codificación CN, la velocidad de avance se indica con la letra **F** (del inglés "feed"). Los datos que deben introducirse son, por tanto, los siguientes:

Path milling		
T	CUTTER63	D 1
F	340.000	mm/min
S	580.000	rpm

Path milling		
T	CUTTER63	D 1
F	780.000	mm/min
S	580.000	rpm

Nota

ShopMill calcula automáticamente la velocidad de avance a partir del avance por diente y el número de dientes. Esto es útil, por ejemplo, como comparación cruzada.

Buen equipamiento

En este capítulo descubrirá cómo se crean las herramientas para los ejemplos de los capítulos siguientes. Además, se explica a modo de ejemplo el cálculo de las longitudes de herramienta y el ajuste del origen de pieza.

5.1 Gestión de herramientas

ShopMill ofrece tres listas para la gestión de herramientas:

- la lista de herramientas;
- la lista de desgaste de herramientas;
- la lista de almacenes.

5.1.1 Lista de herramientas

En la lista de herramientas se muestran todos los parámetros y funciones que se necesitan para crear y configurar las herramientas.

Loc.	Type	Tool name	ST	D	Length	Ø			
1		CUTTER10	1	1	150.000	10.000		4	<input type="checkbox"/>
2		CUTTER16	1	1	110.000	16.000		3	<input type="checkbox"/>
3		CUTTER20	1	1	100.000	20.000		3	<input type="checkbox"/>
4		CUTTER32	1	1	100.000	32.000		3	<input type="checkbox"/>
5		CUTTER60	1	1	110.000	60.000		6	<input type="checkbox"/>
6		DRILL8.5	1	1	120.000	8.500	118.0		<input type="checkbox"/>
7		DRILL10	1	1	120.000	10.000	118.0		<input type="checkbox"/>
8		CENTERDRILL12	1	1	120.000	12.000	90.0		<input type="checkbox"/>
9		THREADCUTTER M10	1	1	120.000	10.000	1.500		<input type="checkbox"/>
10		FACEMILL63	2	1	110.000	63.000		6	<input type="checkbox"/>
11		PREDRILL30	1	1	100.000	30.000	118.0		<input type="checkbox"/>
12		DRILL_tool	1	1	100.000	25.000			<input type="checkbox"/>
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									

Figura 5-1 Ejemplo de lista de herramientas

Significado de los parámetros más importantes de la lista de herramientas:

Puesto	Número de puesto
Tipo	Tipo de herramienta
Nombre de herramienta	La identificación de la herramienta tiene lugar a través del nombre y el número de la herramienta de sustitución. El nombre puede introducirse como texto o como número.
ST	Número de la herramienta de sustitución (para estrategia de herramienta de repuesto)
D	Número del filo
Longitud	Longitud de herramienta
Diámetro	Diámetro de la herramienta
Ángulo de punta o paso	Ángulo de la punta o paso de rosca
N	Número de dientes
	Sentido de giro del cabezal
	Refrigerante 1 y 2 (p. ej., refrigeración interior y exterior)

ShopMill dispone de numerosos tipos de herramientas (favoritas, fresas, brocas y herramientas especiales). Las herramientas se crean en la lista al efecto usando un catálogo de herramientas predefinido. En función del tipo de herramienta existen distintos parámetros geométricos (p. ej., indicación del ángulo en las brocas).

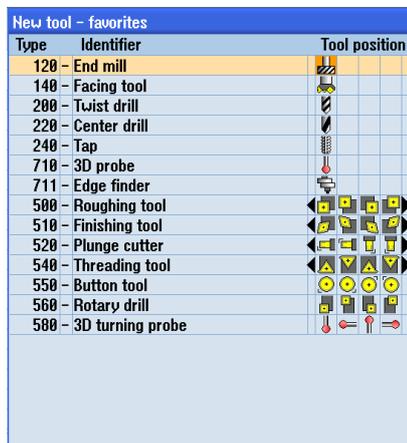


Figura 5-2 Ejemplo de lista de favoritos

5.1.2 Lista de desgaste de herramientas

Aquí se establecen los datos de desgaste de las herramientas correspondientes.

Loc.	Type	Tool name	ST	D	ΔLength Z	ΔLength X	ΔLength Y	Δ∅	T C
1		CUTTER10	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
2		CUTTER20	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
3		CUTTER16	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
4		CUTTER32	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
5		CUTTER60	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
6		DRILL8.5	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
7		DRILL10	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
8		CENTERDRILL12	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
9		THREADCUTTER_M10	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
10		FACEMILL63	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
11		PREDRILL30	2	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
12		DRILL_TOOL	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
13		THREADCUTTER	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
14		CUTTER6	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
15		EDGE_TRACER	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	
16									
17									
18									

Figura 5-3 Lista de desgaste de herramientas

Parámetros de desgaste de herramientas más importantes:

Δ Longitud	Desgaste para longitud
Δ Radio	Desgaste del radio
TC	Activación de la vigilancia de herramienta <ul style="list-style-type: none"> mediante el tiempo de uso (T); mediante el número de piezas (C); mediante el desgaste (W).
Tiempo de uso, número de piezas o desgaste *	Vida útil de la herramienta Número de piezas de la herramienta Desgaste de la herramienta
*Parámetro dependiente de la selección en TC	
Valor de consigna	Valor de consigna para vida útil, número de piezas o desgaste.
Límite de preaviso	Especificación de la vida útil, del número de piezas y del desgaste con el que se emite una advertencia.
G	La herramienta está bloqueada si la casilla de verificación está activada.

5.1.3 Lista de almacenes

La lista de almacenes contiene todas las herramientas que están asignadas a uno o varios almacenes de herramientas. Por medio de esta lista se muestra el estado de cada herramienta. Asimismo, pueden bloquearse o reservarse determinados puestos de almacén para herramientas previstas.

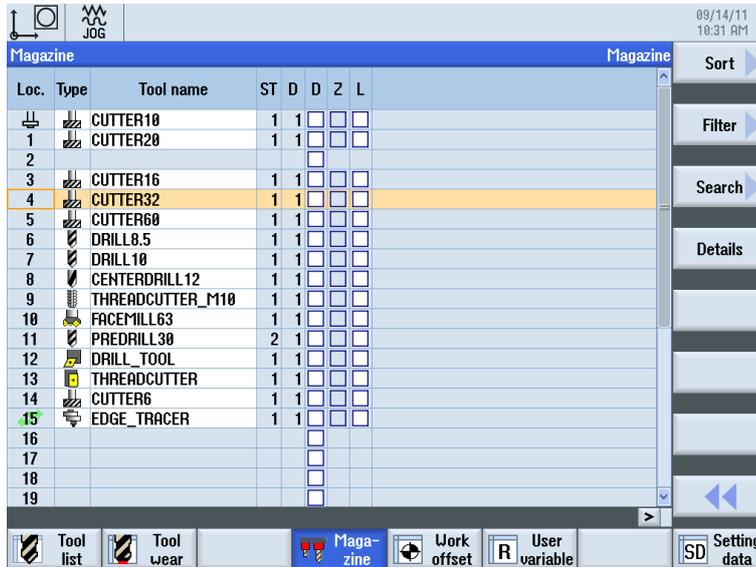


Figura 5-4 Lista de almacenes

Significado de los parámetros más importantes:

G	Bloqueo del puesto de almacén
Ü	Marcado de una herramienta como extragrande. La herramienta adquiere el tamaño de dos semipuestos a la izquierda, dos semipuestos a la derecha, un semipuesto arriba y un semipuesto abajo en un almacén.
P	Codificación de puesto fijo La herramienta tiene una asignación fija a este puesto de almacén.

5.2 Herramientas utilizadas

En este capítulo se incluyen en la lista de herramientas aquellas que son necesarias para el posterior tratamiento de los ejemplos.

Seleccione en el menú inicial el campo "Parámetros".



Accione el pulsador de menú "Lista de herramientas".

Para crear una nueva herramienta, vaya a la lista de herramientas y busque un puesto libre.



Loc.	Type	Tool name	ST	D	H	Length Z	Length X	Length Y	ø
1		CUTTER10	1	1	0	100.000	0.000	0.000	10.000
2		CUTTER20	1	1	0	100.000	0.000	0.000	20.000
3		CUTTER16	1	1	0	100.000	0.000	0.000	16.000
4		CUTTER32	1	1	0	100.000	0.000	0.000	32.000
5		CUTTER60	1	1	0	100.000	0.000	0.000	60.000
6		DRILL8.5	1	1	0	100.000	0.000	0.000	8.500
7		DRILL10	1	1	0	100.000	0.000	0.000	10.000
8		CENTERDRILL12	1	1	0	100.000	0.000	0.000	12.000
9		THREADCUTTER_M10	1	1	0	100.000	0.000	0.000	10.000
10		FACEMILL63	1	1	0	100.000	0.000	0.000	63.000
11		PREDRILL30	2	1	0	100.000	0.000	0.000	30.000
12		DRILL_TOOL	1	1	0	100.000	0.000	0.000	25.000
13		THREADCUTTER	1	1	0	100.000	0.000	0.000	20.000
14		CUTTER6	1	1	0	100.000	0.000	0.000	6.000
15		EDGE_TRACER	1	1	0	100.000	0.000	0.000	4.000
16									
17									
18									



Accione el pulsador de menú "Nueva herramienta".

Seleccione en el catálogo de herramientas desplegado el tipo de herramienta deseado. Ésta se inserta en la lista y usted podrá introducir los datos de la herramienta.

Nota

Las fresas con los diámetros 6, 10, 20 y 32 (Cutter6, 10, 20 y 32) deben poder introducirse, ya que estas se utilizan también para el fresado de cajas en los ejemplos siguientes.

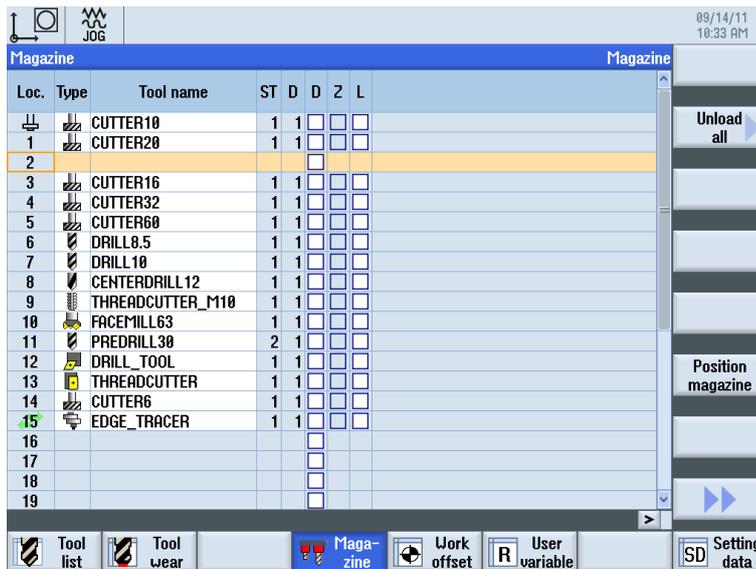
5.3 Herramientas en el almacén

A continuación aprenderá a introducir las herramientas en el almacén.

En la lista de herramientas, seleccione una herramienta sin número de puesto y pulse la tecla "Cargar".



El diálogo que aparece a continuación le ofrece el primer puesto libre del almacén, que puede cambiar o confirmar directamente. Este es el aspecto que puede tener el almacén para los ejercicios siguientes:



5.4 Medir las herramientas

A continuación aprenderá a medir las herramientas.



Introduzca una herramienta, tomada de la lista al efecto, en el cabezal por medio del pulsador de menú "T,S,M".



A continuación, cambie al menú "Medir herramienta".

Longitud manual

Con la función **Longitud manual** se mide la herramienta en dirección Z.



Diámetro manual

Con la función **Diámetro manual** se mide el diámetro de la herramienta.



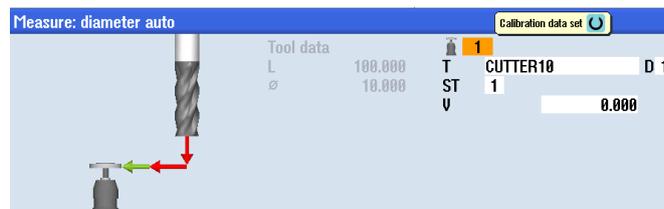
Longitud autom.

Con la función **Longitud auto** se mide la herramienta en dirección Z con la ayuda de un palpador de herramienta.



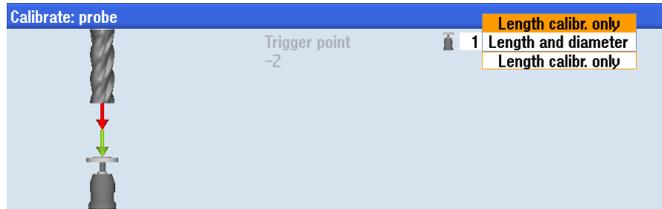
Diámetro autom.

Con la función **Diámetro auto** se mide el diámetro de la herramienta con la ayuda de un palpador de herramienta.



Calibrar palpador

Con la función **Calibrar palpador** se determina la posición del palpador en la mesa de la máquina respecto al origen de esta.



Calibrate fixed pt.

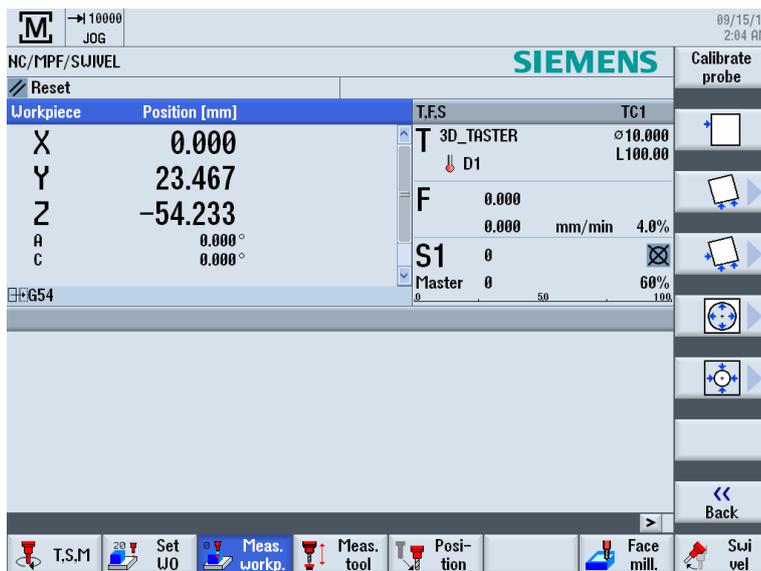
Con la función **Calibración punto fijo** se establece el punto fijo como punto de referencia para la medición manual de las longitudes de herramienta.

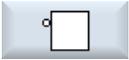


5.5 Ajuste del origen de pieza

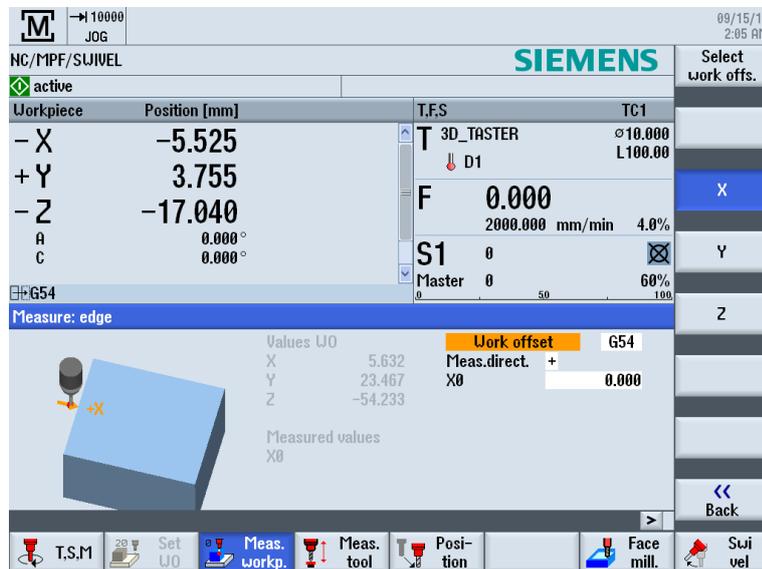
Para ajustar el origen de la pieza debe cambiarse al modo **Máquina Manual** en el menú inicial.

En el submenú de la opción **Decal. pieza** hay disponibles varias opciones para ajustar el origen de la pieza.





A modo de ejemplo se ajusta aquí el origen de un canto de pieza con un detector de borde.



1) Elección del borde



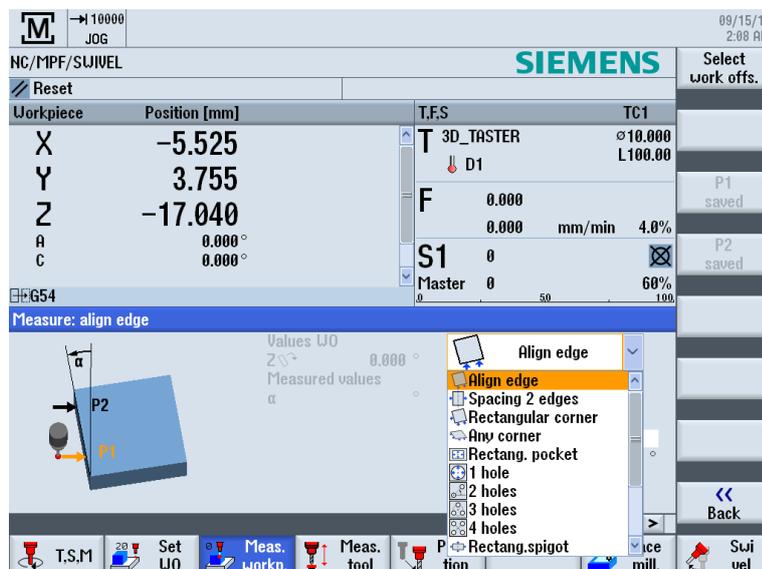
Determine la dirección de contacto a izquierda (+) o (-). El parámetro X0 permite indicar un decalaje del origen de pieza, siempre y cuando este no deba ubicarse en el borde de la pieza.

2) Contacto con el canto de la pieza



3) El origen de la pieza se ajusta teniendo en cuenta el diámetro del detector de borde (5 mm). Este proceso de cálculo debe repetirse a continuación para Y con el detector de borde y para Z (normalmente con la fresa).

Dado que las piezas que van a mecanizarse no siempre tienen forma de paralelepípedo o no siempre pueden sujetarse rectas, existen otras posibilidades de cálculo:



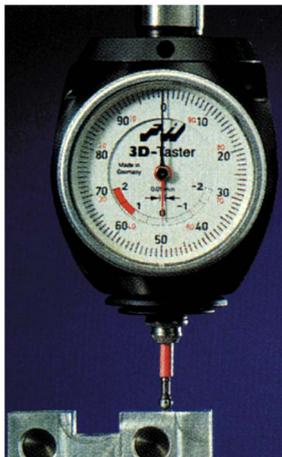
Ejemplo 1: ángulo cualquiera

Si la pieza está en esta posición, la posición o el ángulo de la pieza pueden determinarse mediante la aproximación a cuatro puntos.



Hay palpadores 3D electrónicos y mecánicos.

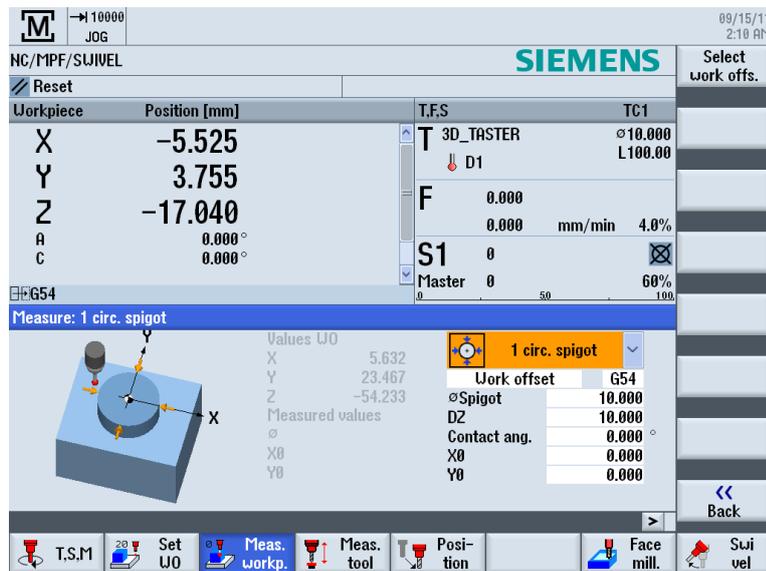
Las señales de los palpadores electrónicos pueden ser procesadas directamente por el control.



Ejemplo 2: cálculo de un taladro



Ejemplo 3: cálculo de un saliente circular



Calibrate probe

Al introducir un palpador 3D electrónico del almacén de herramientas en el cabezal se originan tolerancias de fijación. Esto daría lugar a resultados erróneos en futuras mediciones. Para evitarlo puede calibrarse el palpador 3D con el ciclo **Calibrar palpador** en cualquier superficie o en cualquier taladro de referencia.



Figura 5-5 Calibrar palpador, longitud



Figura 5-6 Calibrar palpador, radio

Ejemplo 1: guiado longitudinal

6.1 Sinopsis

Objetivos didácticos

En este capítulo se explican detalladamente los primeros pasos para la creación de una pieza. Aprenderá a:

- gestionar y crear programas;
- llamar herramientas y realizar una corrección del radio de fresa;
- introducir trayectos;
- crear taladros y manejar repeticiones de posición.

Planteamiento

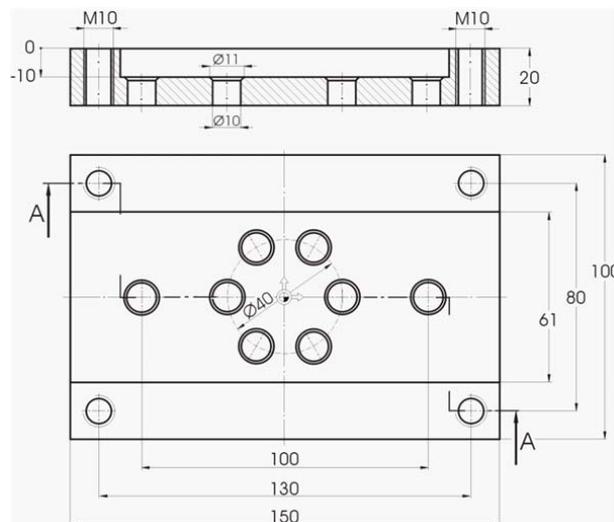


Figura 6-1 Dibujo de taller, ejemplo 1

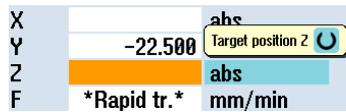


Figura 6-2 Pieza, ejemplo 1

Nota

ShopMill guarda siempre el último ajuste que ha seleccionado mediante la tecla de alternancia. Por este motivo debe asegurarse, tanto en algunos campos de entrada como en todos los campos de conmutación, de que todas las unidades, textos y símbolos estén ajustados como en las ventanas de diálogo reproducidas en los ejemplos.

La posibilidad de cambio se muestra siempre en el texto auxiliar (ver la siguiente ilustración).



6.2 Gestión de programas y creación de un programa

Operaciones

Tras el arranque del control aparece la pantalla base.

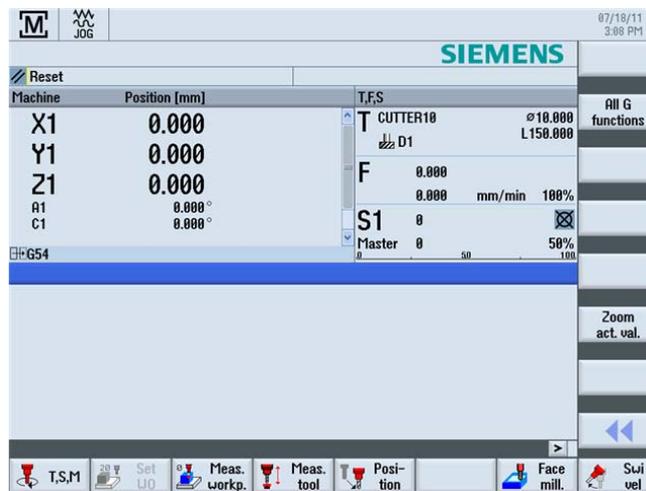


Figura 6-3 Pantalla base



Abra el menú inicial a través de **MENU SELECT**. En el menú inicial puede llamar diferentes campos de ShopMill.

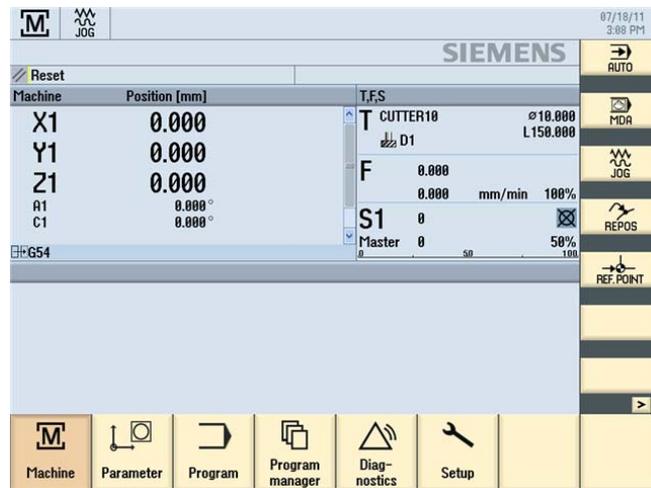


Figura 6-4 Menú inicial



Presione el pulsador de menú **Gestor de programas**. Se muestra el gestor de programas. En el gestor de programas puede administrar planes de trabajo y contornos (p. ej. nuevo, abrir, copiar, etc.).

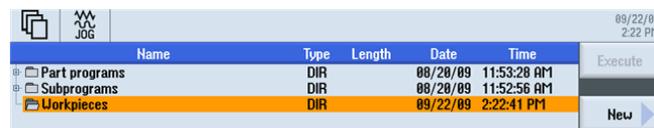


Figura 6-5 Gestor de programas



En el gestor de programas se muestra una lista de los directorios existentes en ShopMill. Seleccione el directorio "Piezas" con la tecla de cursor.



Abra el directorio "Piezas".



Dele el nombre 'EXAMPLE1' a la pieza.



Figura 6-6 Creación de una pieza



Confirme la entrada. A continuación se abrirá el siguiente cuadro de diálogo.



Figura 6-7 Creación de un programa secuencial



Los pulsadores de menú **ShopMill** y **programGUIDE G-Code** permiten elegir el formato de entrada.

Determine el tipo de programa mediante el pulsador de menú **ShopMill**.

Escriba el nombre del plan de trabajo, en este caso 'Longitudinal_guide'.



Acepte la entrada.

Tras la confirmación se abrirá la siguiente máscara de entrada para registrar los datos de la pieza.

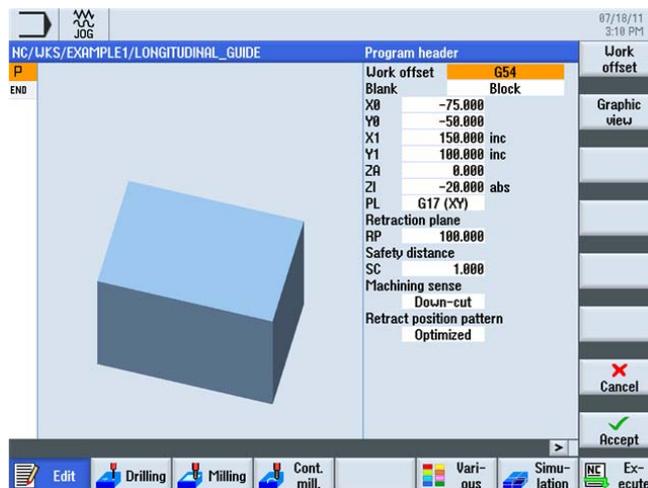


Figura 6-8 Cabeza de programa, pantalla de ayuda

En la cabeza de programa se introducen los datos de la pieza y la información general del programa.

Introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Unidad de medida	mm	X	
Decalaje de origen	G54	X	
Pieza en bruto	Paralelepípedo	X	
X0	-75		Dado que el origen de la pieza se encuentra en el centro de la superficie de esta, las coordenadas de la esquina izquierda de la pieza tienen un valor negativo.
Y0	-50		
X1	150 inc	X (para selección inc/abs)	
Y1	100 inc	X (para selección inc/abs)	
ZA	0		
ZI	-20 abs	X (para selección inc/abs)	
PL	G17 (XY)	X	
Plano de retirada	100		
Distancia de seguridad	1		
Sentido de mecanizado	En concordancia	X	
Retirada del patrón de posiciones	Optimizado	X	Ver apartado <i>Retirada del patrón de posiciones</i>



Acepte los valores introducidos. Tras la confirmación se mostrará la cabeza de programa.

```

NC/WKS/EXAMPLE1/LONGITUDINAL_GUIDE
P Program header      Work offset G54
END End of program
  
```

Figura 6-9 Cabeza de programa, ejemplo 1: editor de pasos de trabajo

El programa ha sido creado como base para otras operaciones de mecanizado. Tiene un nombre (en la barra azul), una cabeza de programa (pictograma "P") y un fin de programa (pictograma "END"). En el programa se guardan las distintas operaciones de mecanizado y los diversos contornos unos debajo de otros. La posterior ejecución tendrá lugar de arriba abajo.

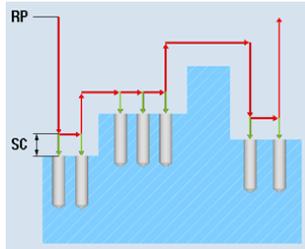


Para hacer modificaciones o comprobar los valores puede volver a llamar la cabeza de programa.

Retirada del patrón de posiciones

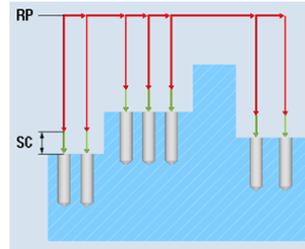
El patrón de posiciones puede ajustarse en "optimizado" (= trayecto de tiempo optimizado) o en "plano de retirada".

Retirada optimizada



La herramienta pasa sobre la pieza a una distancia de seguridad en función del contorno.

Al plano de retirada (usual)



La herramienta vuelve al plano de retirada y, acto seguido, se aproxima a la nueva posición.

Pulsadores de menú



Este pulsador de menú permite cambiar al gráfico online de la pieza (ver la siguiente ilustración).

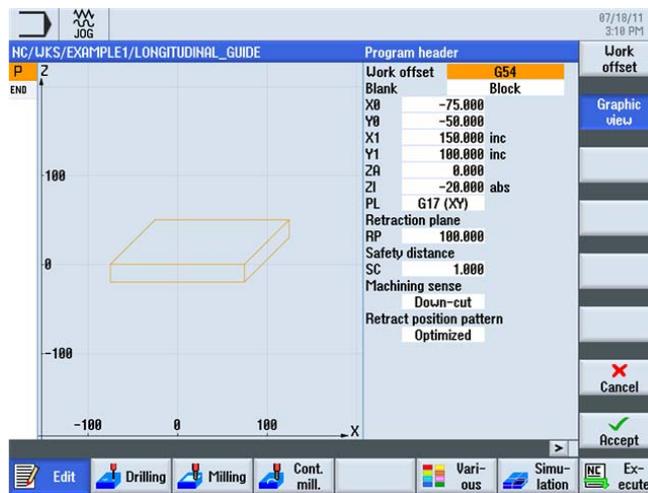


Figura 6-10 Cabeza de programa, vista gráfica



Con este pulsador de menú vuelve a la pantalla de ayuda.

6.3 Llamada de una herramienta y ajuste de la corrección del radio de fresa

Operaciones

Estos son los pasos para llamar la herramienta necesaria:

Esta tecla permite ampliar el menú de pulsadores horizontal.



Seleccione el pulsador de menú **Recta arco**.



Seleccione el pulsador de menú **Herramienta**.



Abra la lista de herramientas.

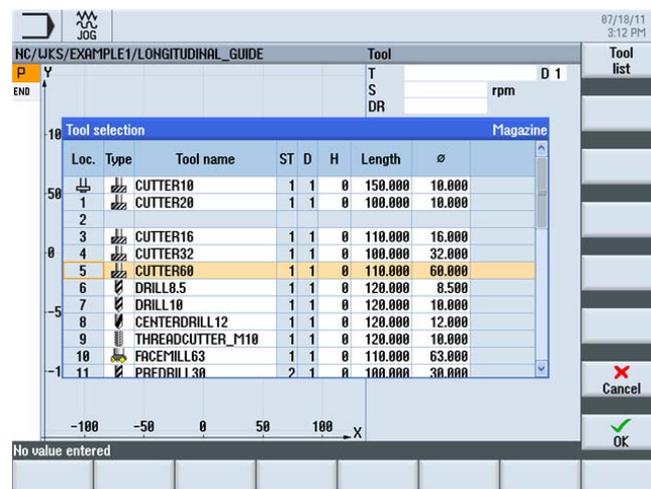


Figura 6-11 Lista de herramientas



Seleccione la herramienta CUTTER60 con la tecla de cursor.



Traslade la herramienta al programa. Una vez aceptada la herramienta, indique la velocidad de corte 80 m/min (si es necesario, cambie la unidad mediante la tecla de alternancia).

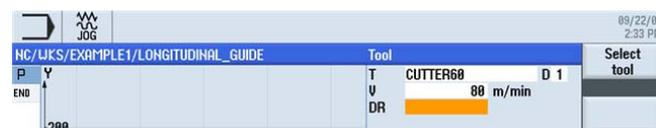


Figura 6-12 Velocidad de corte de la herramienta



Acepte el valor introducido.

6.4 Introducción del trayecto

Operaciones

Introduzca ahora los trayectos:



Seleccione el pulsador de menú "Recta".



Seleccione el pulsador de menú "Rápido".

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	110 abs	X	
Y	0 abs	X	
Corrección del radio	Des	X	Ver apartado <i>Corrección del radio</i>



Figura 6-13 Introducción del trayecto, corrección del radio



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú "Recta".



Seleccione el pulsador de menú "Rápido".

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Z	-10 abs	X	
Corrección del radio	Campo vacío	X	Ver apartado <i>Corrección del radio</i>



Figura 6-14 Introducción del trayecto, herramienta posicionada en Z



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú "Recta".

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	- 110 abs	X	
F	400 mm/min	X	
Corrección del radio	Campo vacío	X	Ver apartado <i>Corrección del radio</i>

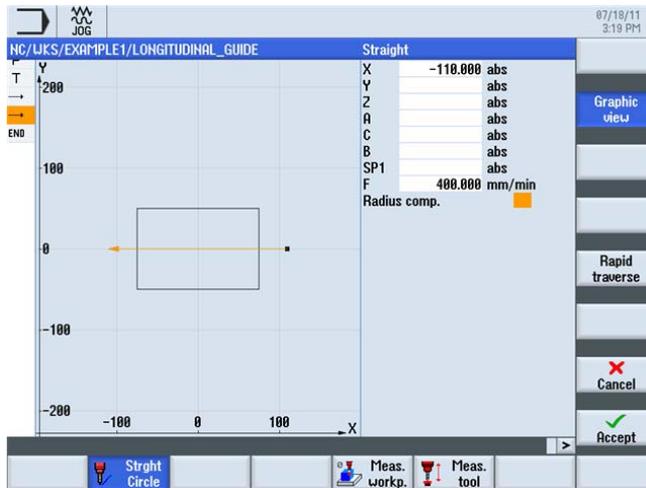


Figura 6-15 Introducción del trayecto, primer trayecto de mecanizado



Acepte los valores introducidos. Tras la confirmación la lista de pasos de trabajo tendrá el siguiente aspecto:

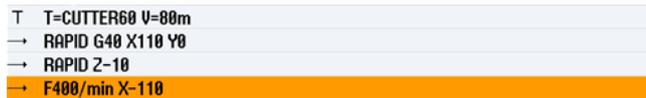


Figura 6-16 Introducción del trayecto, lista de pasos de trabajo



Seleccione el pulsador de menú "Herramienta" y lleve a cabo uno a uno los siguientes pasos de trabajo.

Cambie a la siguiente herramienta, CUTTER16. Una vez aceptada la herramienta, indique la velocidad de corte 100 m/min.

Cree el trayecto según la siguiente lista de pasos de trabajo.



Figura 6-17 Introducción del trayecto, lista de pasos de trabajo

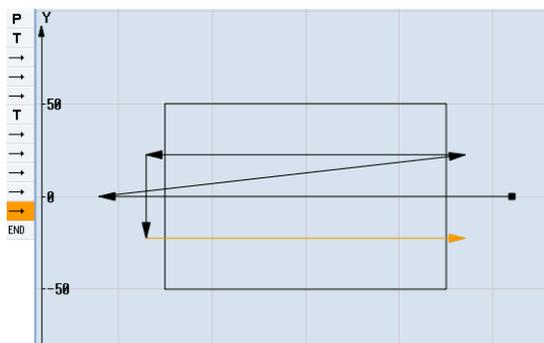


Figura 6-18 Introducción del trayecto, completo



Inicie la simulación.

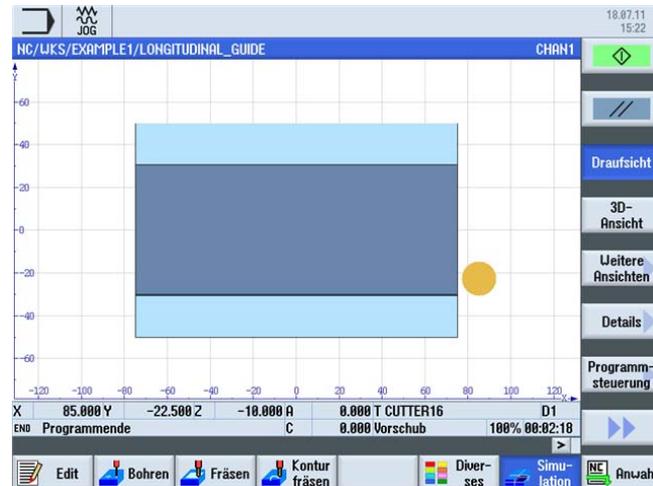
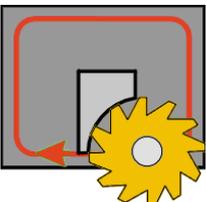
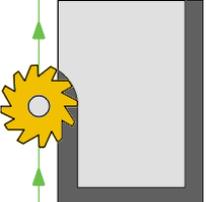
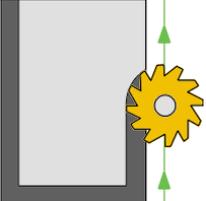


Figura 6-19 Simulación del trayecto

Puede terminar la simulación presionando de nuevo el pulsador de menú **Simulación** o accionando cualquier pulsador de menú horizontal.

Corrección del radio

Selección	Resultado
	 <p data-bbox="493 645 1342 703">La corrección del radio está desactivada. La fresa se aproxima con su centro al contorno creado.</p>
	<p data-bbox="493 714 970 741">Se conserva el ajuste de corrección anterior.</p>
	 <p data-bbox="493 1014 1318 1041">La corrección tiene lugar a la izquierda del contorno en el sentido de fresado.</p>
	 <p data-bbox="493 1281 1310 1308">La corrección tiene lugar a la derecha del contorno en el sentido de fresado.</p>

6.5 Creación de taladros y de repeticiones de posición

Operaciones

Introduzca ahora los valores de los taladros y las repeticiones de posición. Al hacerlo debe puntear y perforar los 12 taladros y preparar roscas.

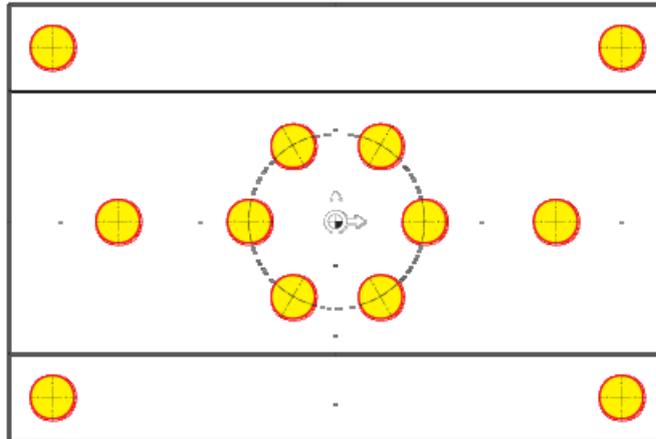


Figura 6-20 Posiciones de taladrado



Seleccione el pulsador de menú **Taladrar**.



Seleccione el pulsador de menú **Puntear**.



Abra la lista de herramientas. Seleccione la herramienta CENTERDRILL12 con la tecla de cursor.



Traslade la herramienta al programa. Una vez aceptada la herramienta, introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	150 mm/min	X	
S	500 r/min	X	
Diámetro/punta	Diámetro	X	<p>Puede indicar el punteado en relación con el diámetro o la profundidad (punta).</p> <p>Dado que los taladros tienen un chaflán de 0,5 mm, puede introducir en este caso un diámetro de 11 mm.</p>

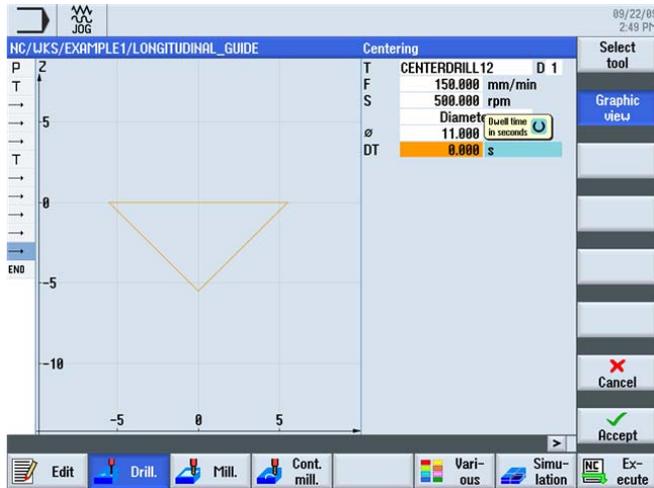


Figura 6-21 Puntear



Acepte los valores introducidos.

Los siguientes pasos permiten indicar las posiciones de taladrado y asociarlas a los datos de corte.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.

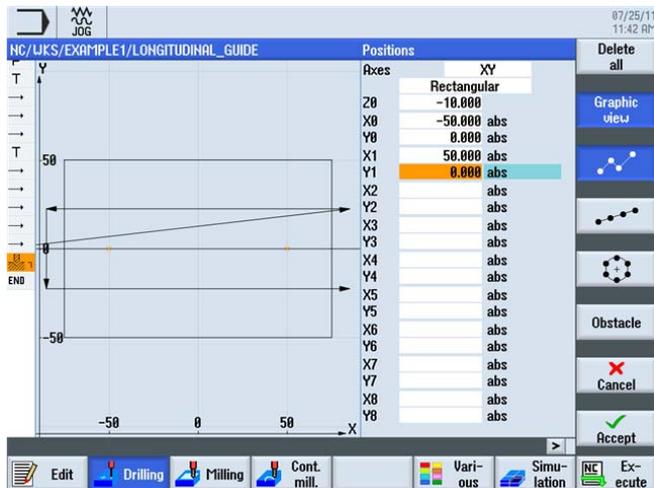


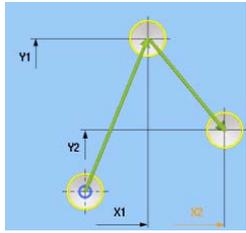
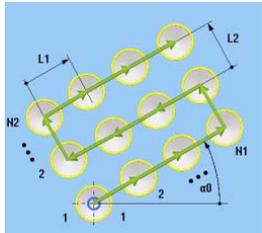
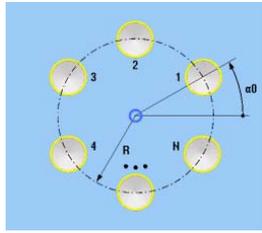
Figura 6-22 Posiciones, taladros individuales

Introduzca los siguientes valores para los dos taladros individuales:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Z0	-10		La profundidad inicial es de -10 mm.
X0	-50		
Y0	0		
X1	50 abs	X	
Y1	0 abs	X	

Nota

Si desactiva el pulsador de menú **Vista gráfica**, aparecerán unas pantallas de ayuda detalladas (ver la siguiente tabla).

Posiciones	Patrón de posiciones	Posición círculo
		

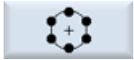
Pantallas de ayuda, posiciones



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Seleccione el pulsador de menú **Posición círculo**.

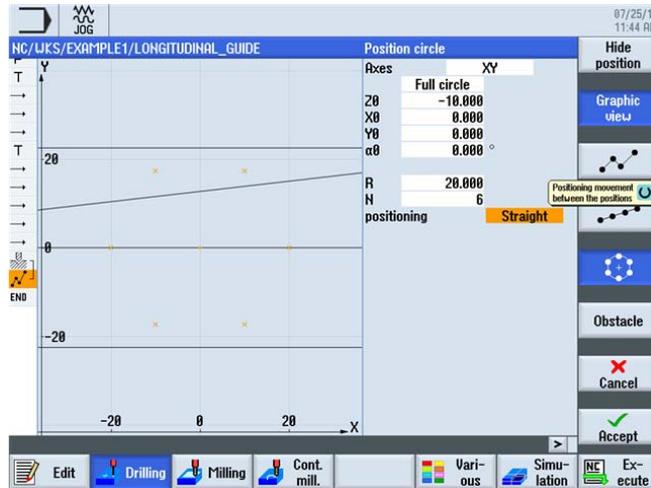


Figura 6-23 Posición círculo

Introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Cuadrícula	Círculo	X	
Z0	-10		
X0	0		
Y0	0		
$\alpha 1$	0		
R	20		
N	6		
Posicionar	Línea recta	X	<p>Mediante el campo "Posicionar" puede determinar cómo ha de llevarse a cabo la aproximación a los taladros dentro de la figura de taladros. Si los taladros están, p. ej., en una ranura circular, no debe utilizar la función de posicionamiento recto, pues de lo contrario se produciría un error de contorno.</p> <p>En recta, en arco</p>



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Seleccione el pulsador de menú **Patrón posiciones**.

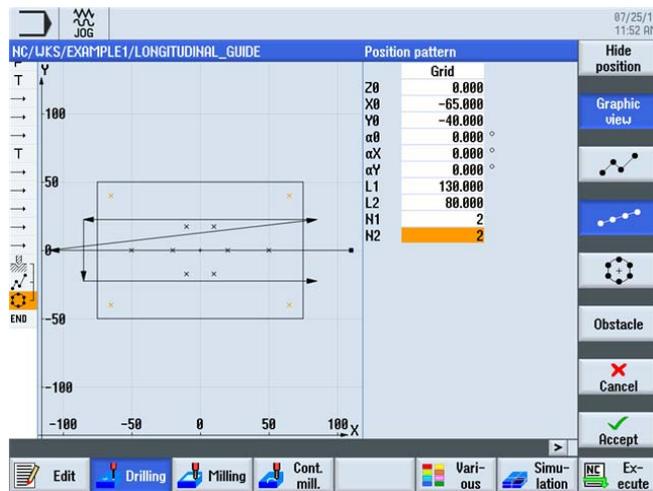


Figura 6-24 Posiciones, rejilla

Introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Cuadrícula	Rejilla	X	
Z0	0		
X0	-65		
Y0	-40		
α0	0		
L1	130		
L2	80		
N1	2		
N2	2		



Acepte los valores introducidos.

- Drilling Reaming
- Select tool
- To program

Seleccione el pulsador de menú **Taladrar eschariar**.

Abra la lista de herramientas. Seleccione la herramienta DRILL8.5 con la tecla de cursor.

Traslade la herramienta al programa. Una vez aceptada la herramienta, introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	150 mm/min	X	
V	35 m/min	X	
Vástago/punta	Vástago	X	Indique la profundidad de forma incremental en relación con el vástago. Esto quiere decir que la punta de la broca 1/3 D se tiene en cuenta automáticamente.
Z1	20 inc	X	
DT	0 seg	X	Se taladra sin espera.

Nota

Los pasos de trabajo punteado, taladrado y roscado se concatenan automáticamente.

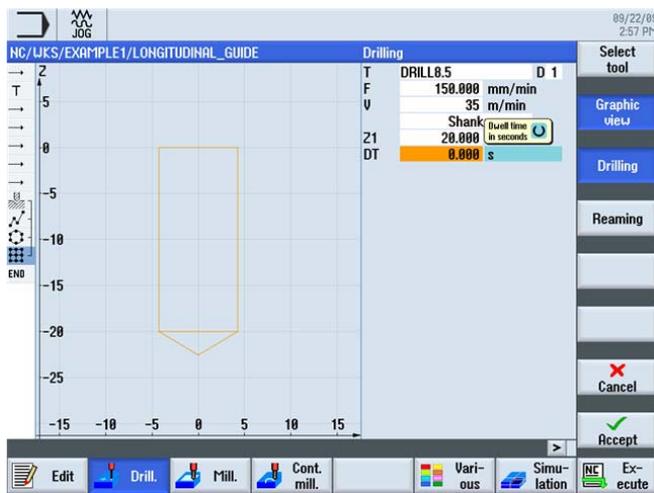


Figura 6-25 Taladrado



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Rosca**.



Seleccione el pulsador de menú **Roscado**.



Abra la lista de herramientas. Seleccione la herramienta THREADCUTTER M10 con la tecla de cursor.



Traslade la herramienta al programa. Una vez aceptada la herramienta, introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
P	1,5 mm/vuelta	X	
S	60 r/min	X	
SR	60 r/min	X	
Z1	22 inc	X	La profundidad de corte debe indicarse de manera incremental.

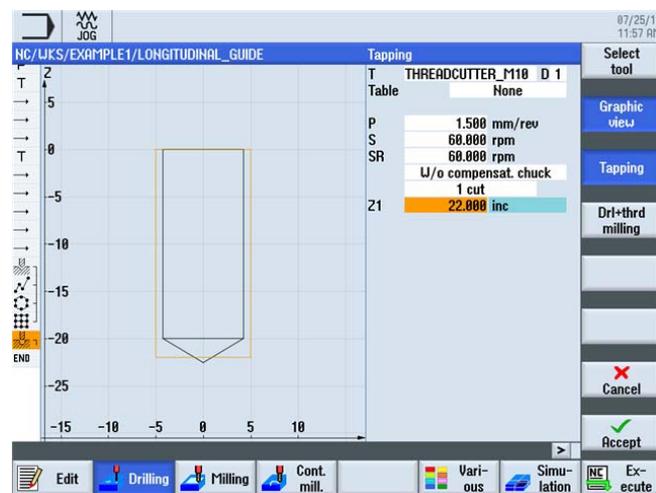


Figura 6-26 Rosca



Acepte los valores introducidos.

6.5 Creación de taladros y de repeticiones de posición



Seleccione el pulsador de menú **Repetir posición**.

Las posiciones de taladrado se reenumeran durante la creación. El número correspondiente aparece justo después del número de secuencia del respectivo patrón de posiciones. Indique para la posición 3 rejillas de agujeros.



Figura 6-27 Repetición de la posición



Acepte los valores introducidos. Tras la confirmación verá en el editor de pasos de trabajo la concatenación de los pasos de trabajo.

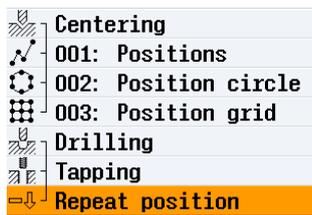


Figura 6-28 Concatenación de pasos de trabajo



Seleccione el pulsador de menú **Taladrar escariar**.



Abra la lista de herramientas. Seleccione la herramienta DRILL10 con la tecla de cursor.



Traslade la herramienta al programa. Una vez aceptada la herramienta, introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	150 mm/min	X	
V	35 m/min	X	
Vástago/punta	Vástago	X	
Z1	20 inc	X	
DT	0	X	

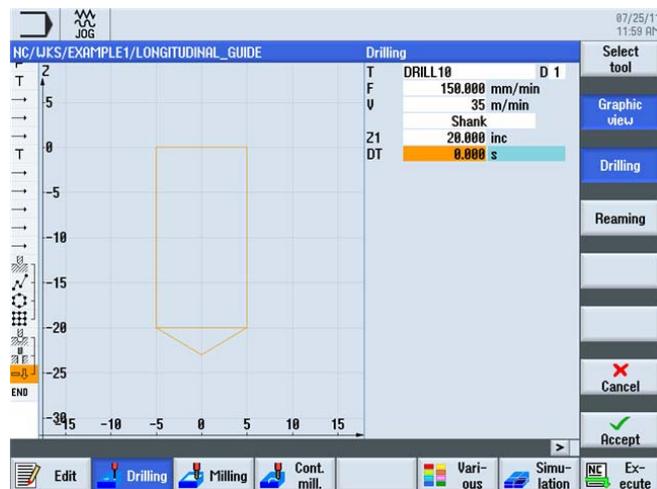


Figura 6-29 Taladros de 10



Acepte los valores introducidos.

Por último, repita las posiciones 001 y 002 para la broca de 10.

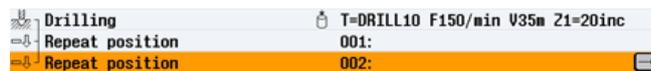


Figura 6-30 Repetición de las posiciones 001 y 002 en el editor de pasos de trabajo

Ejecute la simulación con fines de control.

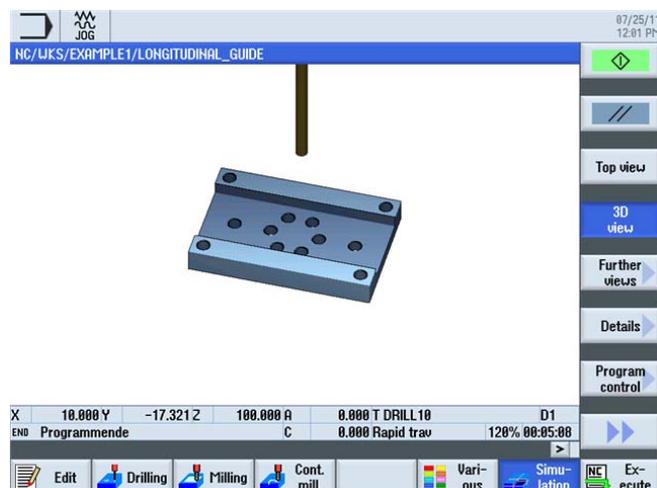


Figura 6-31 Simulación 3D

Ejemplo 2: molde de inyección

7.1 Sinopsis

Objetivos didácticos

En este capítulo descubrirá las siguientes funciones nuevas. Aprenderá a:

- definir rectas y trayectorias circulares mediante coordenadas polares;
- crear cajas rectangulares;
- aplicar cajas circulares a patrones de posiciones.

Planteamiento

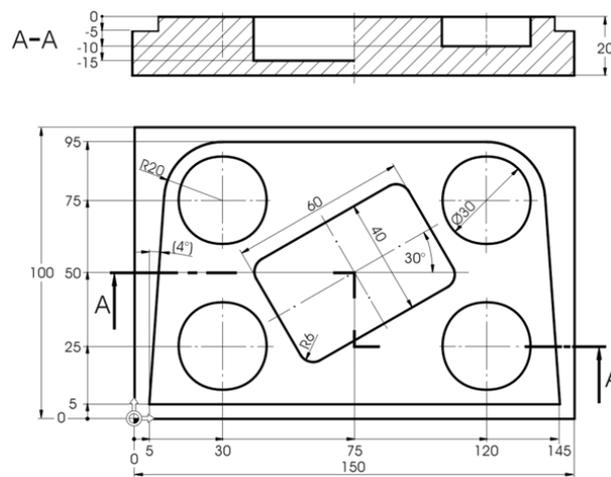


Figura 7-1 Dibujo de taller, ejemplo 2

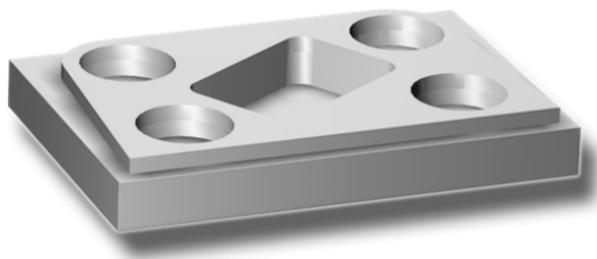


Figura 7-2 Pieza, ejemplo 2

Preparativos

Lleve a cabo por su cuenta los siguientes pasos:

1. Cree una pieza nueva con el nombre 'EXAMPLE2'.
2. Cree un programa secuencial nuevo con el nombre 'INJECTION_FORM' .
3. Indique las medidas de la pieza en bruto (para saber cómo proceder, ver el ejemplo 1).

Nota

¡Tenga en cuenta la nueva posición del origen!

4. Cambie a la fresa de 20 (V 80 m/min).
5. Coloque la herramienta sobre el punto X-12/X-12/Z-5 en rápido.
6. Establezca el punto inicial del contorno en X5 e Y5. La aproximación al punto inicial se efectúa en una recta (F 100 mm/min, corrección del radio de fresa a la izquierda). Después de introducir estas secuencias de desplazamiento, el plan de trabajo debería tener el siguiente aspecto.

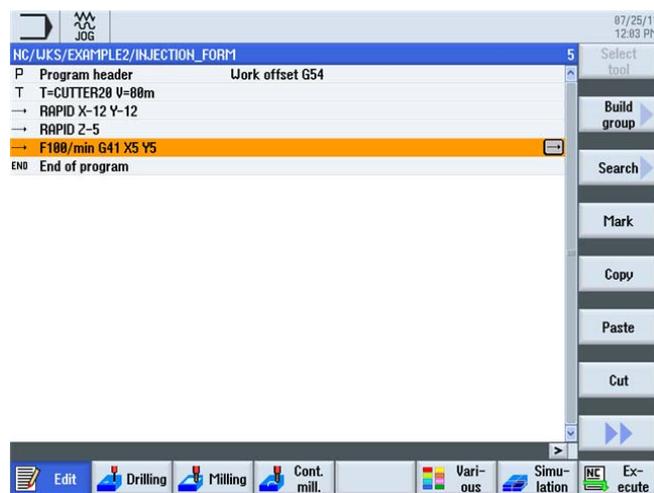


Figura 7-3 Programa de pasos de mecanizado

7.2 Rectas y trayectorias circulares mediante coordenadas polares

Operaciones

Antes de empezar a introducir el contorno, tenga en cuenta la siguiente advertencia:

Nota

El punto final de una secuencia de desplazamiento no solo puede describirse por medio de sus coordenadas X e Y, sino también, dado el caso, mediante un punto de referencia polar.

En nuestro ejemplo desconocemos los valores de X e Y. No obstante, puede determinar el punto indirectamente: está a 20 mm del centro de la caja circular, que en este caso marca el polo. El ángulo polar de 176° se obtiene mediante la operación $180^\circ - 4^\circ$ (ver el dibujo de taller).

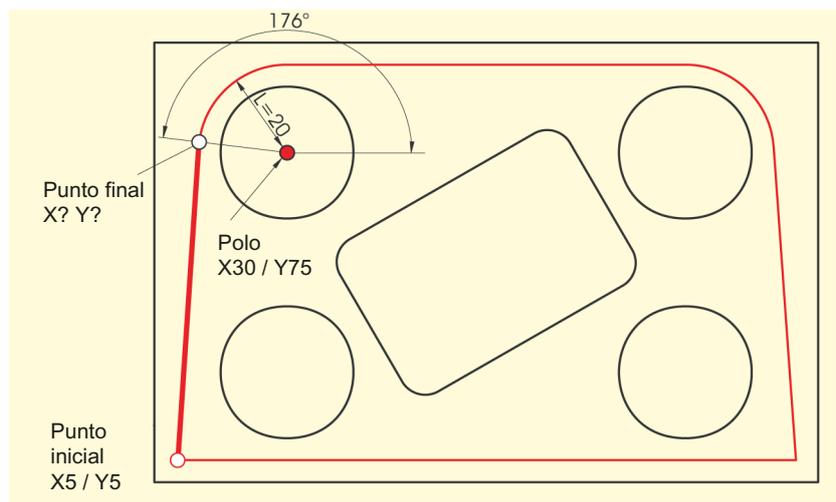


Figura 7-4 Determinación del punto final y del ángulo polar

El contorno se introduce con los siguientes pasos:

Polar

Seleccione el pulsador de menú **Polar**.

Pole

Seleccione el pulsador de menú **Pole**.

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	30 abs	X	
Y	75 abs	X	



Figura 7-5 Introducción del polo



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Recta polar**.

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
L	20		La longitud L indica la distancia entre el punto final de la recta y el polo.
α	176		El ángulo polar indica cuánto debe girarse la longitud L en torno al polo para alcanzar el punto final de la recta. Puede indicar el ángulo polar en sentido antihorario (176°) o también en sentido horario (-184°).

7.2 Rectas y trayectorias circulares mediante coordenadas polares

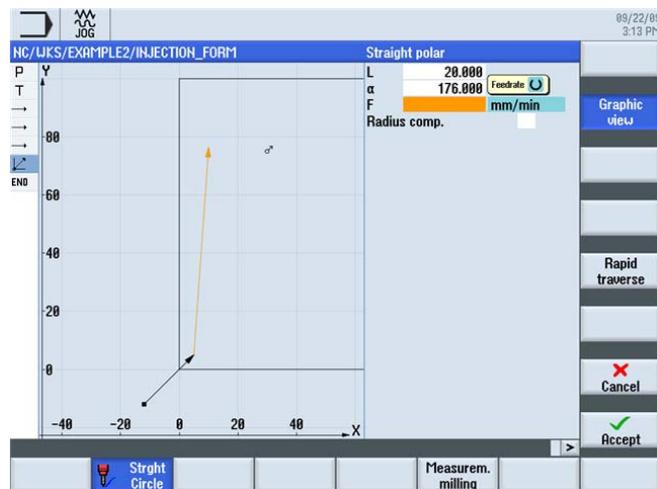


Figura 7-6 Introducción polar de la recta

Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Arco polar**.

Las trayectorias circulares pueden definirse también mediante coordenadas polares.

Introduzca el siguiente valor en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
α	90 abs		<p>Dado que el polo se aplica tanto a la trayectoria circular como a la recta, solo es necesario indicarlo una vez.</p> <p>El ángulo polar es en este caso de 90°. (Ver la ilustración siguiente)</p>

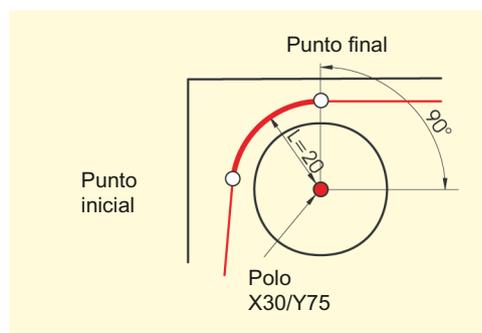


Figura 7-7 Punto inicial/punto final y polo

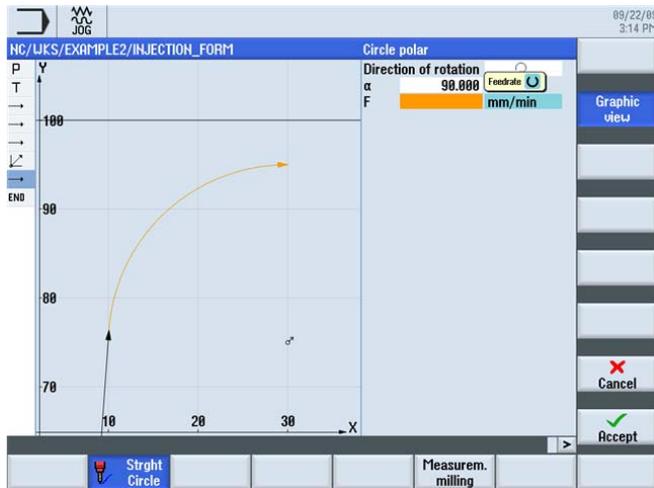


Figura 7-8 Introducción de la trayectoria circular

Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Volver**.



Seleccione el pulsador de menú **Recta**.



Dado que el punto final de la recta se conoce unívocamente, puede utilizar en este caso la función **Recta**.

Introduzca el siguiente valor en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	120	X	

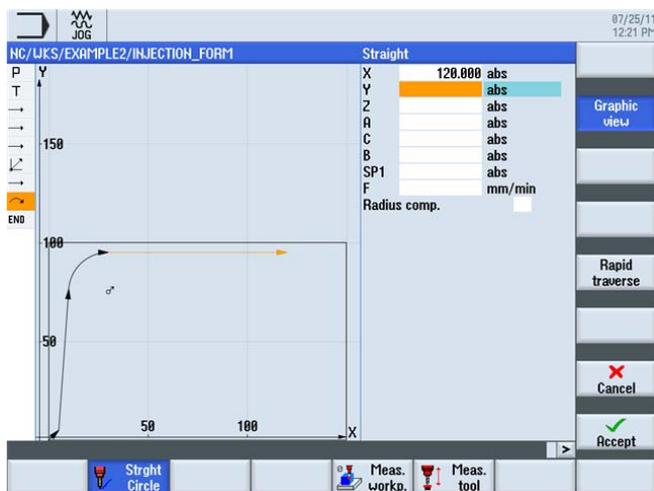


Figura 7-9 Introducción de la recta



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Polar**.



Seleccione el pulsador de menú **Pole**.

Dado que se desconoce el punto final de la siguiente trayectoria circular, debe volver a trabajar aquí con las coordenadas polares.

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	120 abs	X	El polo de la trayectoria circular es conocido porque figura en el plano.
Y	75 abs	X	



Figura 7-10 Introducción del polo para la trayectoria circular



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Arco polar**.

Introduzca el siguiente valor en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
α	4		El ángulo polar también se conoce debido a la simetría.

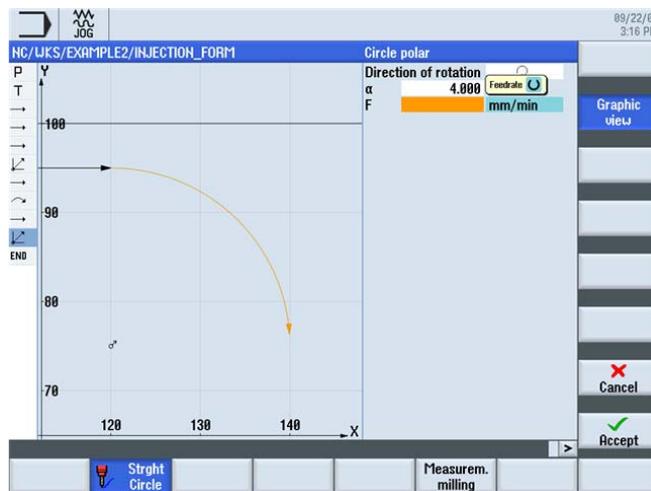


Figura 7-11 Introducción polar de la trayectoria circular



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Volver**.



Seleccione el pulsador de menú **Recta**.

El punto final de la recta es conocido y, por tanto, puede indicarlo directamente.

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	145 abs		
Y	5 abs		

7.2 Rectas y trayectorias circulares mediante coordenadas polares

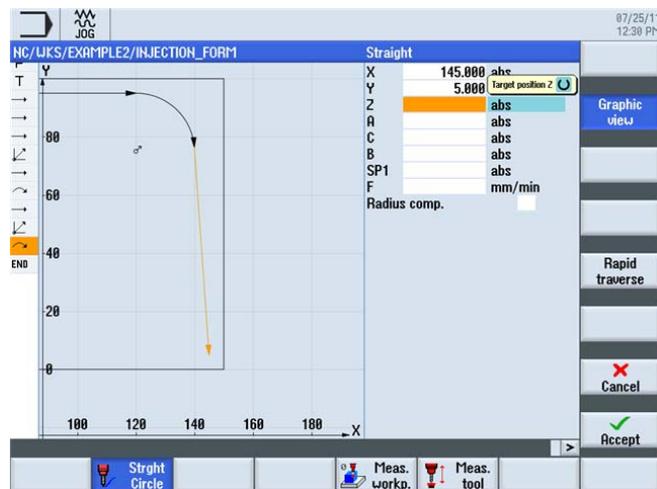


Figura 7-12 Introducción de la recta



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Recta**.

El contorno ha sido fresado por completo una vez con la última recta.

Introduzca el siguiente valor en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	-20 abs	X	

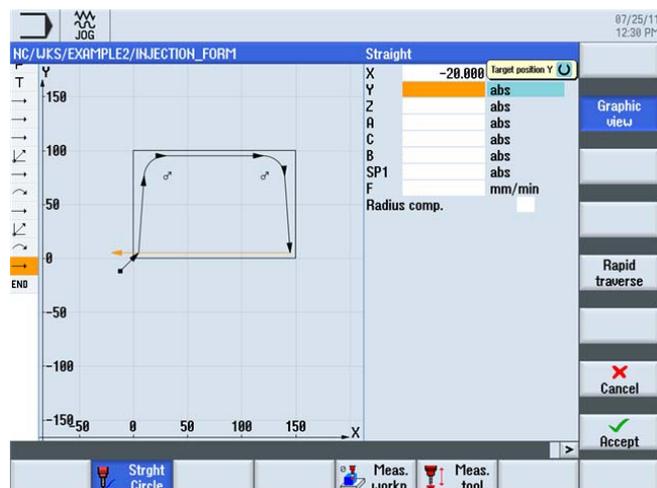


Figura 7-13 Introducción de la recta



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Recta**.

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	-12 abs	X	
Y	-12 abs	X	
Corrección del radio	Des	X	En el último trayecto se realiza el desplazamiento hasta la distancia de seguridad indicada, para lo cual se desactiva la corrección del radio.



Figura 7-14 Introducción de la recta, distancia de seguridad



Acepte los valores introducidos.



La simulación que aparece a continuación reproduce el desarrollo de la producción con fines de control antes de proceder a la fabricación de la pieza.

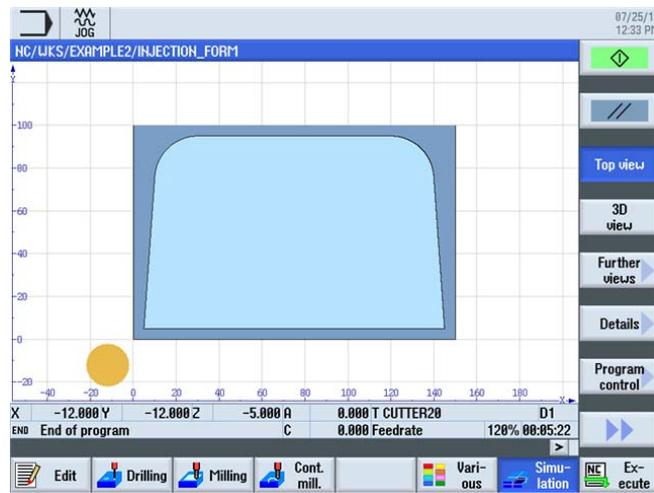


Figura 7-15 Simulación, vista en planta

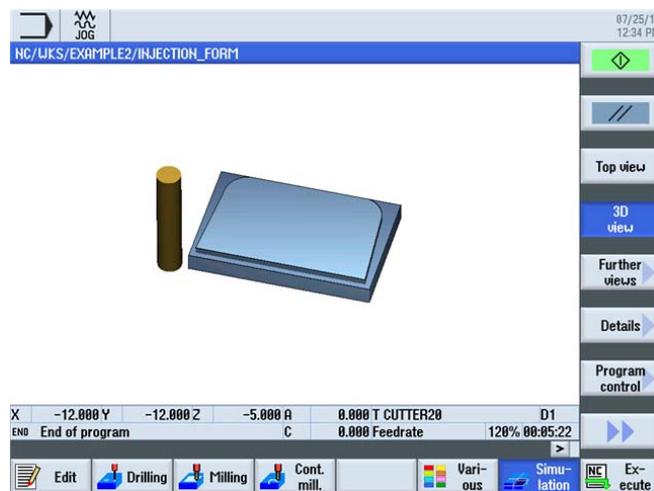


Figura 7-16 Simulación 3D

7.3 Caja rectangular

Operaciones

La caja rectangular se introduce con los siguientes pasos:

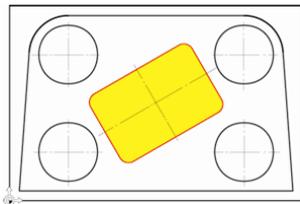


Figura 7-17 Caja rectangular, ejemplo 2



Seleccione el pulsador de menú **Fresar**.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.



Seleccione el pulsador de menú **Caja rectangular**.



Abra la lista de herramientas y seleccione CUTTER10.



Traslade la herramienta al programa.

Una vez aceptada la herramienta, introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,15 mm/diente	X	
V	120 m/min	X	
Punto de referencia	Centro	X	
Mecanizado	Desbaste	X	Asegúrese de que el campo de conmutación esté ajustado en <i>Pos. individual</i> .
X0	75		Introduzca en estos campos los datos geométricos de la caja rectangular: Posición, anchura y longitud, etc.
Y0	50		
Z0	0		
O	40		
L	60		
R	6		
α0	30		
Z1	-15 abs	X	

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
DXY	80%	X	La penetración máxima en el plano (DXY) indica en qué anchura se mecaniza el material por arranque de virutas. Este puede indicarse en porcentaje del diámetro de la fresa o bien directamente en mm. La penetración máxima en el plano se indica en este caso en %.
DZ	2.5		
UXY	0.3		
UZ	0.3		
Penetración	Helicoidal	X	Seleccione la penetración helicoidal si no está ya ajustada (ver apartado <i>Penetración</i>).
EP	2 mm/vuelta	X	
ER	2		

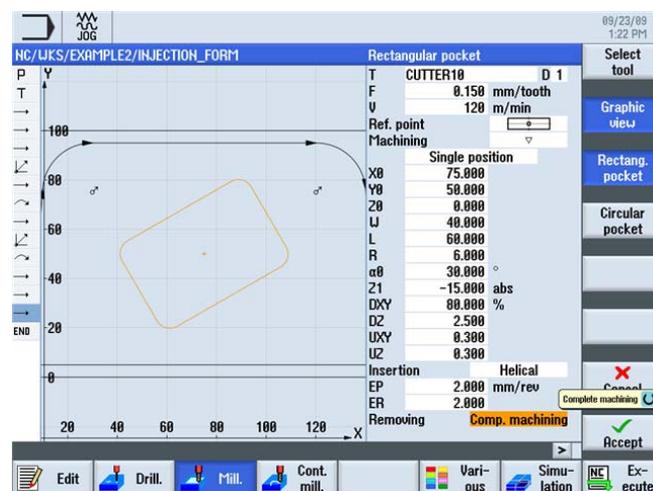


Figura 7-18 Desbaste de una caja rectangular



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,08 mm/diente	X	
V	150 m/min	X	
Mecanizado	Acabado	X	Con este ajuste se acaban el borde y el fondo. Como alternativa puede acabar también solo el borde o achaflanar la caja.

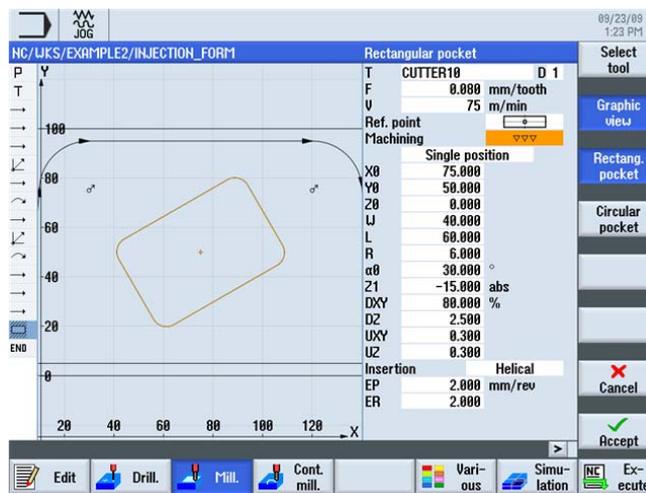


Figura 7-19 Acabado de una caja rectangular



Acepte los valores introducidos.

Penetración

Penetración helicoidal	Penetración vertical	Penetración oscilante
<p>EP = paso de penetración ER = radio de penetración</p>		<p>EW = ángulo de penetración</p>

7.4 Cajas circulares en patrones de posiciones

Operaciones

Las cajas circulares se introducen con los siguientes pasos:

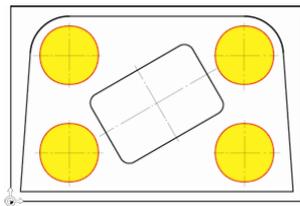


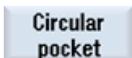
Figura 7-20 Cajas circulares, ejemplo 2



Seleccione el pulsador de menú **Fresar**.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.



Seleccione el pulsador de menú **Caja circular**.



Abra la lista de herramientas y seleccione CUTTER10.



Traslade la herramienta al programa.

Una vez aceptada la herramienta, introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,15 mm/diente	X	
V	120 m/min	X	
Mecanizado	Desbaste	X	
	Patrón de posiciones	X	Al igual que con el taladrado, en este caso también puede aplicar las cajas a un patrón de posiciones.
∅	30	X	
Z1	-10 abs	X	

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
DXY	80 %	X	Indique la penetración máxima en el plano en %.
DZ	5		
UXY	0.3		
UZ	0.3		
Penetración	Helicoidal	X	
EP	2 mm/vuelta	X	
ER	2		
Vaciar	Mecanizado completo	X	

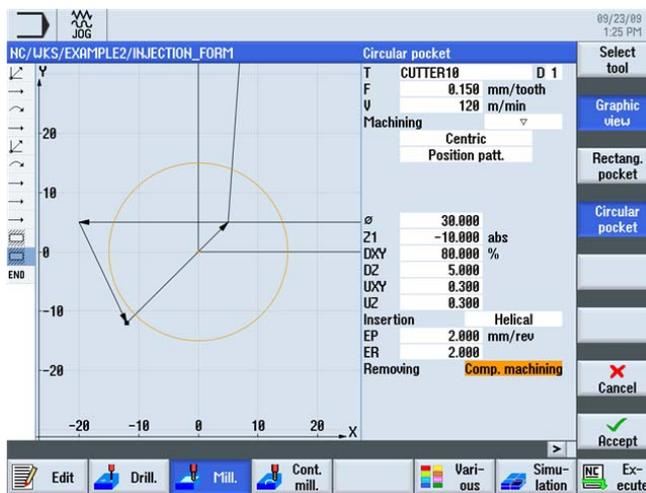


Figura 7-21 Desbaste de una caja circular



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.



Seleccione el pulsador de menú **Caja circular**.

Introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,08 mm/diente	X	
V	150 m/min	X	
Mecanizado	Acabado	X	

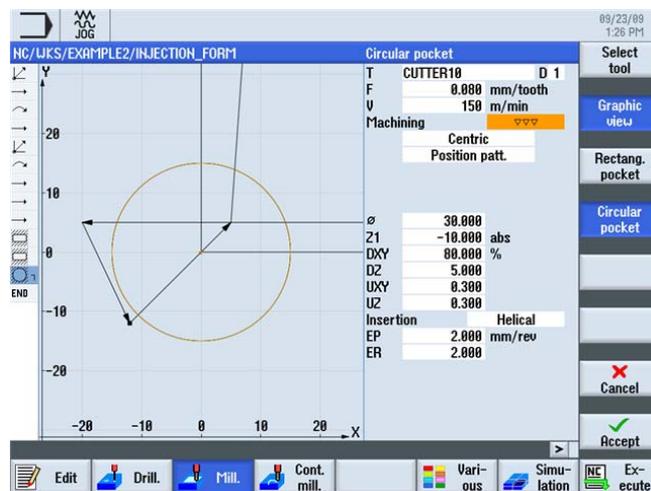


Figura 7-22 Acabado de una caja circular



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Taladrar**.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Seleccione el pulsador de menú **Patrón posiciones**.

Introduzca los siguientes valores:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Cuadrícula	Rejilla	X	La descripción de los patrones de posiciones se realiza en el menú Taladrar con el submenú Posiciones (independientemente del tipo de mecanizado).
X0	30 abs		
Y0	25 abs		
α0	0		
L1	90		
L2	50		
N1	2		
N2	2		

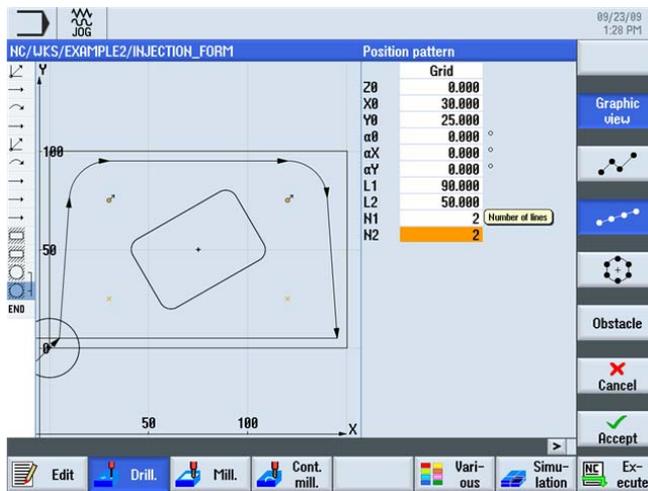


Figura 7-23 Posiciones de las cajas circulares



Acepte los valores introducidos.



Inicie la simulación.

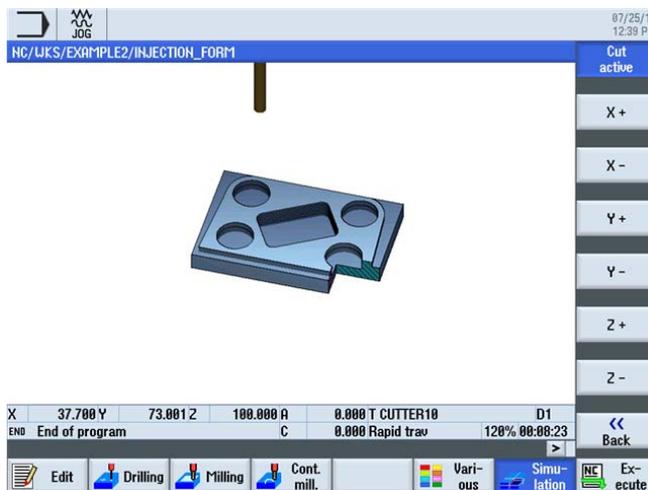


Figura 7-24 Simulación, corte activo

Ejemplo 3: placa de molde

8.1 Sinopsis

Objetivos didácticos

En este capítulo descubrirá las siguientes funciones nuevas, sobre todo la calculadora de contornos. Aprenderá a:

- fresar contornos abiertos;
- vaciar cajas de contorno, mecanizar y acabar el material sobrante;
- aplicar mecanizados a varios planos;
- tener en cuenta obstáculos.

Planteamiento

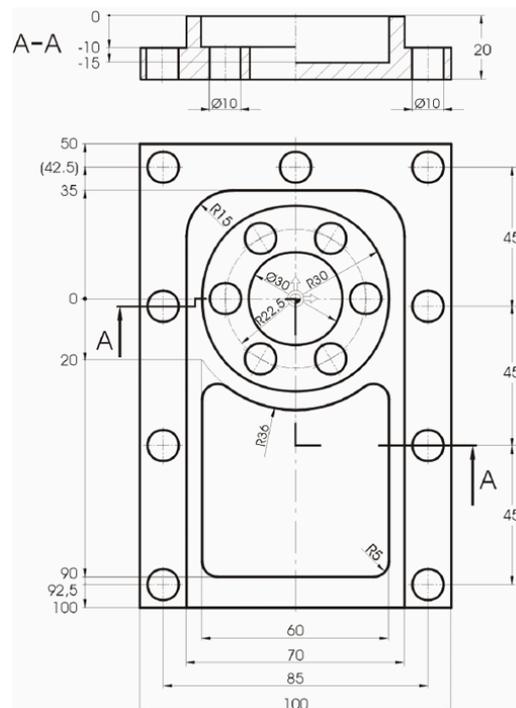


Figura 8-1 Dibujo de taller, ejemplo 3

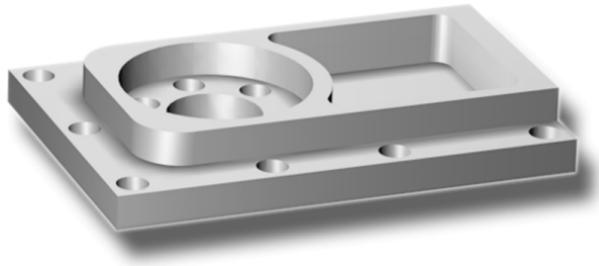


Figura 8-2 Pieza, ejemplo 3

Preparativos

Lleve a cabo por su cuenta los siguientes pasos:

1. Cree una pieza nueva con el nombre 'Example3'.
2. Cree un plan de trabajo nuevo con el nombre 'MOLD_PLATE' .
3. Indique las medidas de la pieza en bruto (para saber cómo proceder, ver el ejemplo 1).

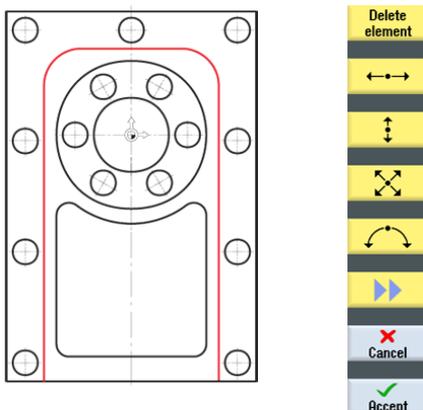
Nota

¡Tenga en cuenta la nueva posición del origen!

8.2 Contorneado de contornos abiertos

Calculadora de contornos

Para introducir contornos complejos, ShopMill dispone de una calculadora de contornos que permite introducir con facilidad incluso los contornos más difíciles.



Con esta calculadora de contornos gráfica podrá introducir contornos de manera fácil y rápida, al igual que con la programación convencional, pero sin las operaciones matemáticas que esta requiere.

Operaciones

El contorno se introduce con los siguientes pasos:



Seleccione el pulsador de menú **Fresad contor.**



Seleccione el pulsador de menú **Contorno nuevo**. Dele al contorno el nombre "MOLD_PLATE_Outside".

Cada contorno recibe un nombre propio. Esto facilita la legibilidad de los programas.



Figura 8-3 Creación de un contorno 'MOLD_PLATE_Outside'



Acepte la entrada.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el punto inicial del contorno:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	-35		El punto inicial de la construcción es al mismo tiempo el punto inicial del mecanizado posterior del contorno.
Y	-100		



Figura 8-4 Introducción del punto inicial

Nota

Aquí se describe únicamente el contorno de la pieza. El trayecto de aproximación y el trayecto de retirada no se definen hasta más adelante.



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la recta:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Y	35 abs	X	El primer elemento del contorno es un trayecto vertical y tiene el punto final en Y=20. El contorno de arco subsiguiente puede indicarse en este cuadro de diálogo muy fácilmente como elemento de transición a la siguiente recta. Por ello, el punto final teórico de la recta se encuentra en Y=35.
Transición con el elemento siguiente	Radio	X	
R	15		



Figura 8-5 Introducción de un contorno con trayecto vertical



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la recta horizontal:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	35 abs	X	
R	15		El radio se indica nuevamente como redondeo.



Figura 8-6 Introducción de un contorno con trayecto horizontal



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada el siguiente valor para la recta vertical:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Y	-100 abs	X	

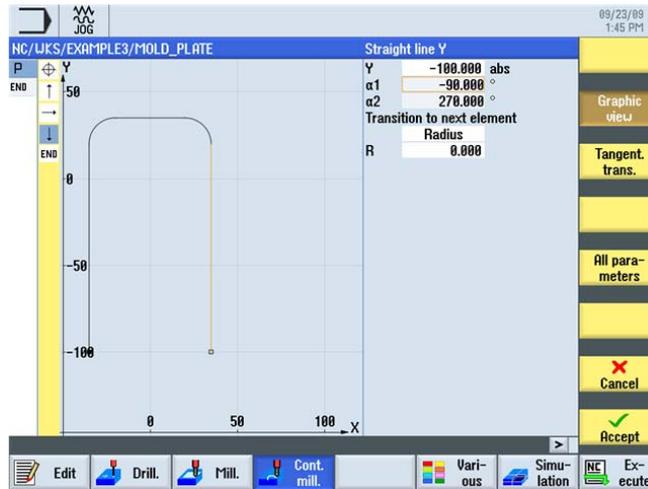


Figura 8-7 Introducción de un contorno con trayecto vertical



Acepte el contorno introducido.



Traslade el contorno al plan de trabajo.

Para mecanizar el contorno creado debe seguir ahora los siguientes pasos de trabajo. Proceda de la siguiente manera:



Seleccione el pulsador de menú **Contorneado**.



Abra la lista de herramientas y seleccione CUTTER32.

To
program

Traslade la herramienta al programa.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el desbaste:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,15 mm/diente	X	
V	120 m/min	X	
Mecanizado	Desbaste hacia delante	X X	A partir de ShopMill V6.4 puede fresarse también hacia atrás en sentido contrario a la dirección de la construcción.
Corrección del radio	Izquierda	X	La herramienta debe desplazarse a la izquierda del contorno.
Z0	0		
Z1	10 inc	X	Cambie la profundidad Z1 a inc. Esto tiene la ventaja de que siempre puede indicarse únicamente la profundidad real de la caja sin signo. Esto facilita la introducción sobre todo en cajas imbricadas.
DZ	5		
UZ	0.3		
UXY	0.3		
Aproximación	Línea recta	X	La aproximación puede efectuarse optativamente en un cuadrante, un semicírculo, en vertical o en una recta. En este caso es conveniente realizar la aproximación al contorno de forma tangencial en una recta.
L1	5		En la longitud de aproximación L1 no es necesario tener en cuenta el radio de fresa. Este es calculado automáticamente por ShopMill.

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
FZ	0,1 mm/diente	X	
Retirada	Línea recta	X	
L2	5		
Modo de retirada	Al plano de retirada	X	



Figura 8-8 Desbaste de un contorno



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el acabado:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,08 mm/diente	X	
V	150 m/min	X	
Mecanizado	Acabado		

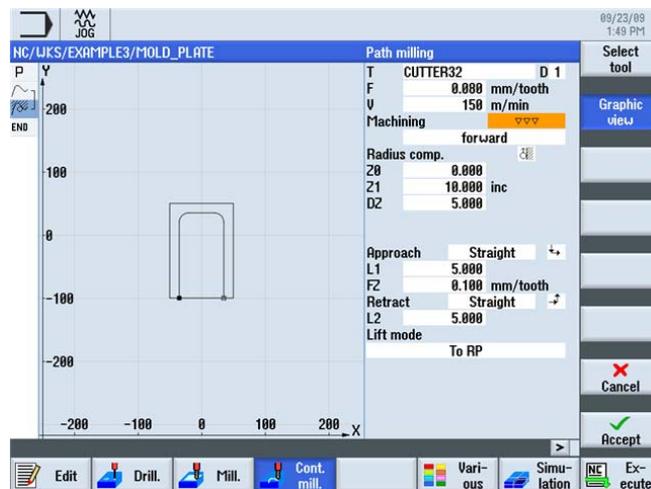


Figura 8-9 Acabado de contornos



Acepte los valores introducidos.

En el editor de pasos de trabajo se concatenan ambas operaciones de mecanizado.



Figura 8-10 Concatenación de los pasos de trabajo en el plan de trabajo



La simulación que aparece a continuación reproduce el desarrollo de la producción con fines de control antes de proceder a la fabricación de la pieza.

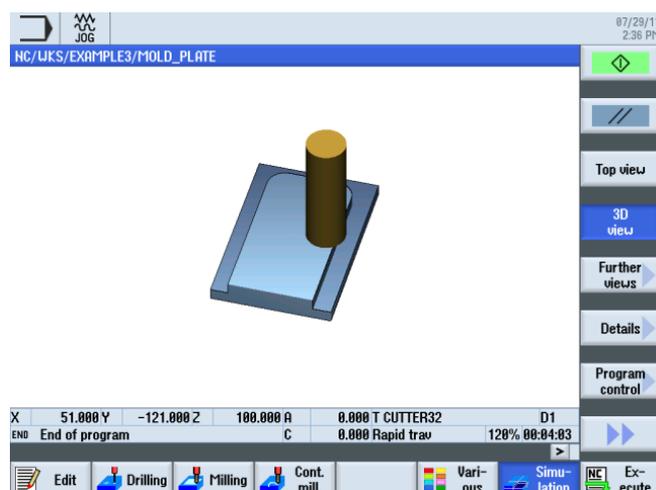


Figura 8-11 Simulación, contorno exterior

8.3 Vaciado, material sobrante y acabado de cajas de contorno

Operaciones

El contorno de caja se introduce con los siguientes pasos. A continuación se vacía y se acaba la caja.

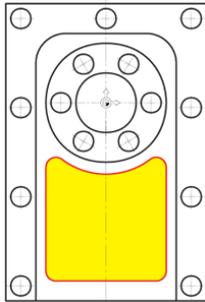


Figura 8-12 Contorno de caja



Seleccione el pulsador de menú **Fresad contor.**



Seleccione el pulsador de menú **Contorno nuevo.** Dele al contorno el nombre 'MOLD_PLATE_Inside' .



Figura 8-13 Creación de un contorno 'MOLD_PLATE_Inside'



Acepte la entrada.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el punto inicial:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	0 abs		
Y	-90 abs		



Figura 8-14 Introducción del punto inicial



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la recta horizontal:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	25 abs	X	Para practicar, no introduzca el primer arco como redondeo, sino como elemento independiente. Por esta razón, construya la recta solo hasta X25.



Figura 8-15 Introducción de un contorno con trayecto horizontal



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el arco:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Sentido de giro	Izquierda	X	
R	5		
X	30 abs	X	
Y	-85 abs	X	

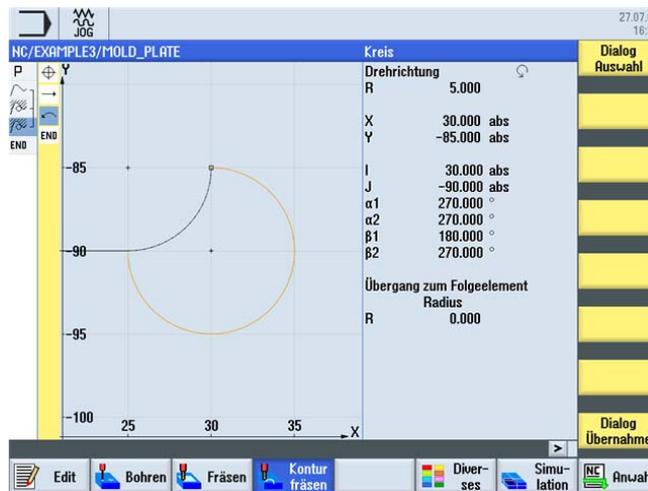


Figura 8-16 Contorno en arco (parte inferior derecha)



Después de introducir el punto final Y se obtienen dos soluciones de construcción. Seleccione la solución deseada con el pulsador de menú **Elegir diálogo**. La solución elegida se mostrará punteada en naranja y la solución alternativa, en negro.



Acepte la selección. El procesador geométrico detecta automáticamente que el arco programado se une a la recta tangencialmente. El pulsador de menú **Tangente a anter.** se muestra a la inversa (es decir, presionado).

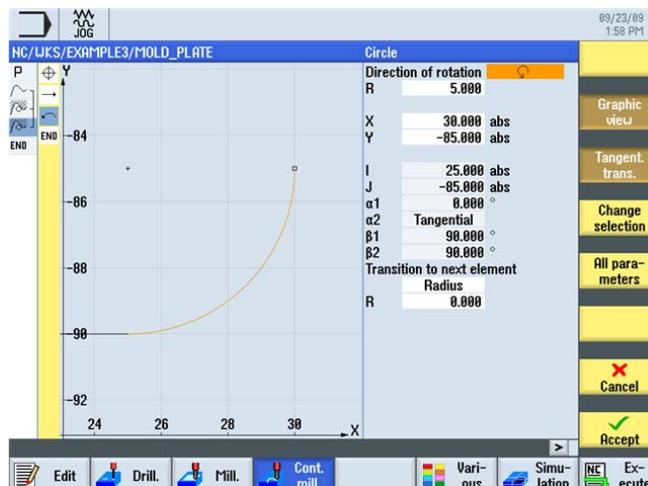


Figura 8-17 Contorno en arco después de la selección



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la recta vertical:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Y	-20 abs	X	Se conoce el punto final de la recta. La transición a R36 se redondea con R5.
Transición al elemento siguiente	Radio 5	X	

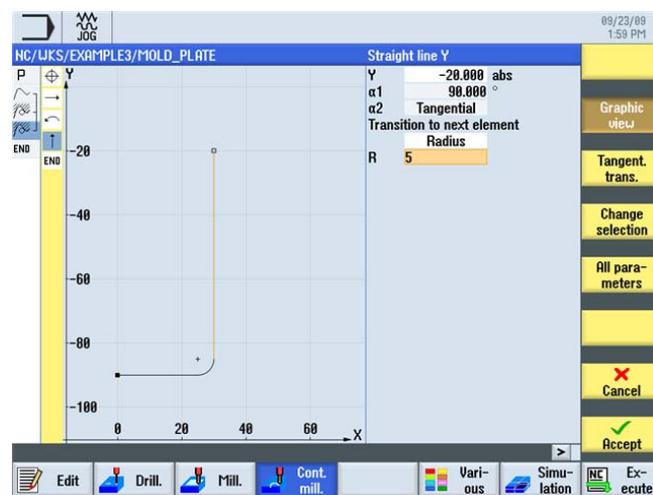


Figura 8-18 Introducción de un contorno con trayecto vertical



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el arco:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Sentido de giro	Derecha	X	
R	36		
X	-30 abs	X	
Y	-20 abs	X	
Transición al elemento siguiente	Radio 5	X	

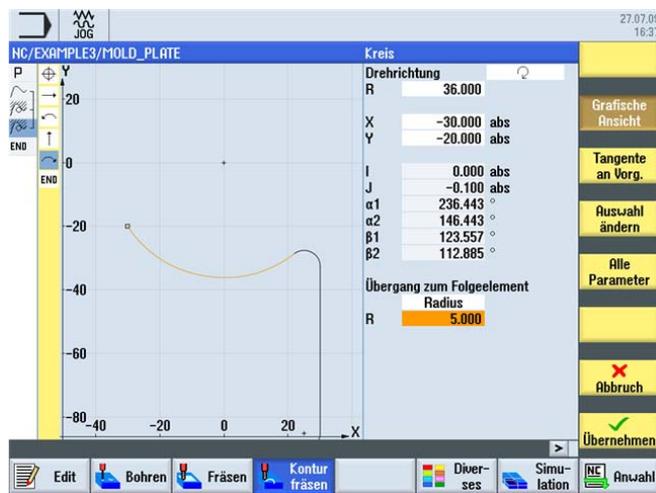


Figura 8-19 Introducción de un contorno en arco



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la recta vertical:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Y	-90 abs	X	
Transición al elemento siguiente	Radio 5	X	Introduzca el radio R5 como redondeo.



Figura 8-20 Introducción de un contorno con trayecto vertical



Acepte los valores introducidos.



Cierre el contorno. Con ello ya está completa la descripción del contorno de caja.

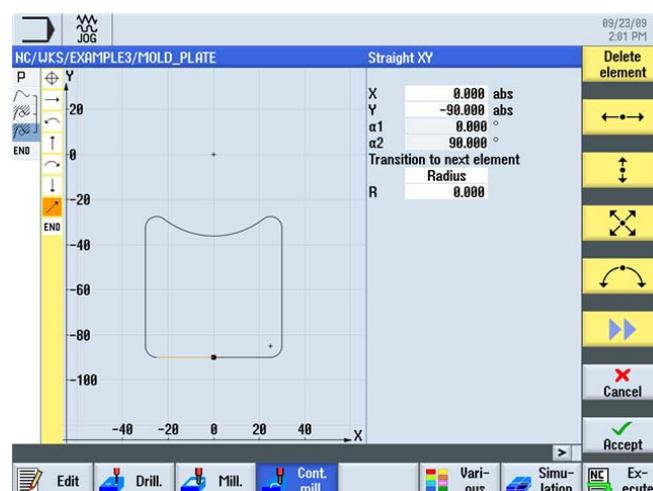


Figura 8-21 Cerrar contorno



Traslade el contorno al plan de trabajo.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.



Abra la lista de herramientas y seleccione CUTTER20.



Traslade la herramienta al programa.

Nota

La dirección de fabricación de la caja ya se determinó en la cabeza de programa. En este caso se ha seleccionado el ajuste en concordancia.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el desbaste:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,15 mm/diente	X	
V	120 m/min	X	
Mecanizado	Desbaste	X	
Z0	0		
Z1	15 inc	X	Si indica la profundidad de mecanizado de manera <i>incremental</i> , debe introducir una profundidad positiva.
DXY	50%	X	
DZ	5		
UXY	0.3		
UZ	0.3		
Punto inicial	Automático	X	Si elige para el punto inicial (posición de penetración) el ajuste <i>auto</i> , el punto será establecido por ShopMill.
Penetración	Helicoidal	X	Ajuste la penetración en <i>helicoidal</i> con un paso y un radio de 2 mm respectivamente.
EP	2 mm/vuelta	X	
ER	2		
Modo de retirada	Al plano de retirada	X	

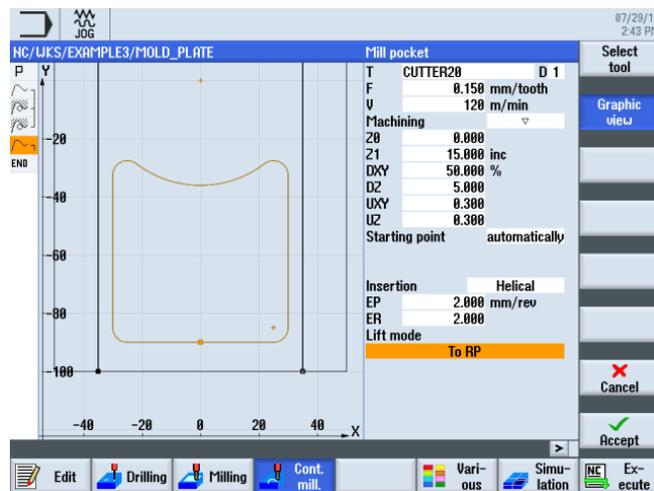


Figura 8-22 Desbaste de una caja



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Mat. rest. caja**. Dado que la fresa de 20 no puede mecanizar los radios R5, queda material en las esquinas. Con la función **Caja, material residual** se desbastan en puntos concretos las zonas que aún no han sido mecanizadas.



Abra la lista de herramientas y seleccione CUTTER10.



Traslade la herramienta al programa.

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,1 mm/diente	X	
V	120 m/min	X	
Mecanizado	Desbaste	X	
DXY	50%		La penetración máxima en el plano debe ser del 50%.
DZ	5		

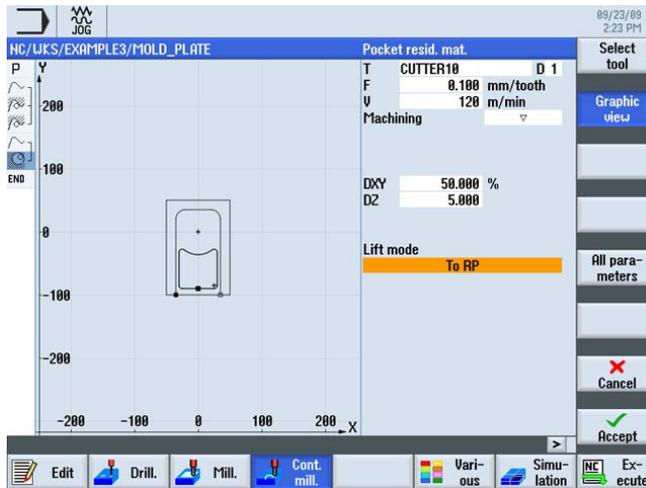


Figura 8-23 Mecanizado del material sobrante de la caja



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.



Abra la lista de herramientas y seleccione CUTTER10.



Traslade la herramienta al programa.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el retoque de la caja:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,08 mm/diente	X	
V	150 m/min	X	
Mecanizado	Fondo	X	
UXY			En los valores de los campos "Creces para acabado en el plano" (UXY) y "Creces para acabado en profundidad" (UZ) deben permanecer ajustadas las creces introducidas previamente en el desbaste. Este valor es importante para el cálculo automático de los trayectos.
UZ			

8.3 Vaciado, material sobrante y acabado de cajas de contorno

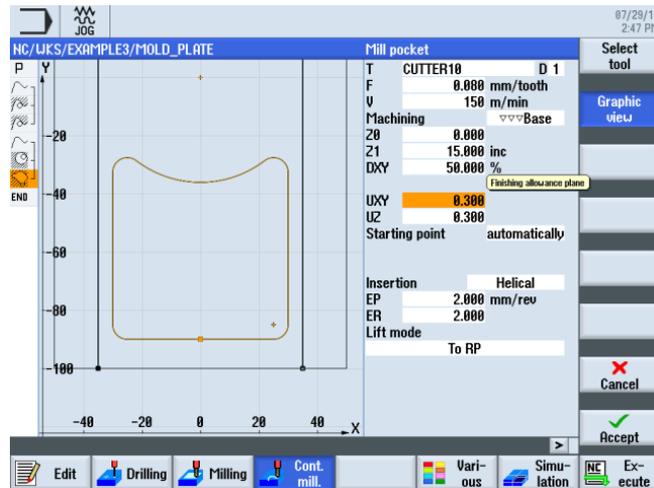


Figura 8-24 Acabado de una caja



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.

Introduzca en la máscara de entrada el siguiente valor para el arranque de virutas del material sobrante en el contorno:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Mecanizado	Borde	X	

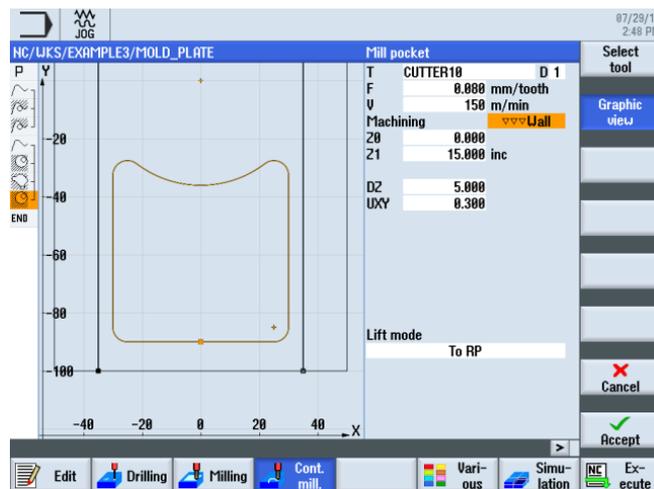


Figura 8-25 Acabado de un borde



Acepte los valores introducidos.

8.4 Mecanizado en varios planos

Operaciones

Frese la caja circular de 60 como en el ejemplo 'INJECTION_FORM' en dos pasos de trabajo.

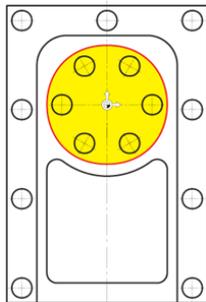


Figura 8-26 Caja circular

1. En el primer paso se desbasta la caja con la fresa de 20 hasta -9,7 mm.

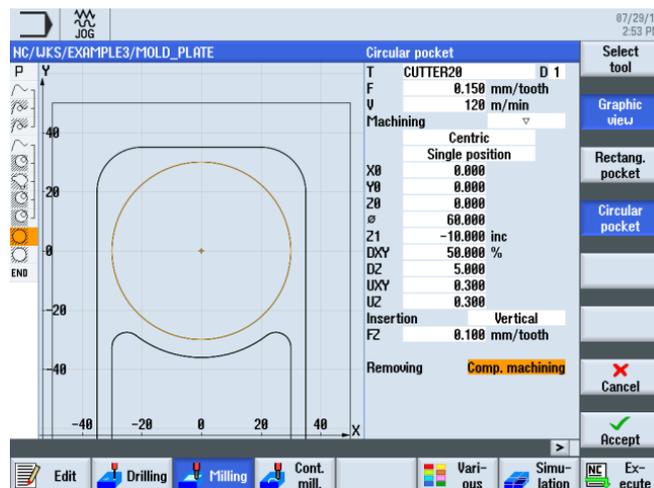


Figura 8-27 Desbaste de una caja circular

2. En el segundo paso se acaba la caja con la misma herramienta.

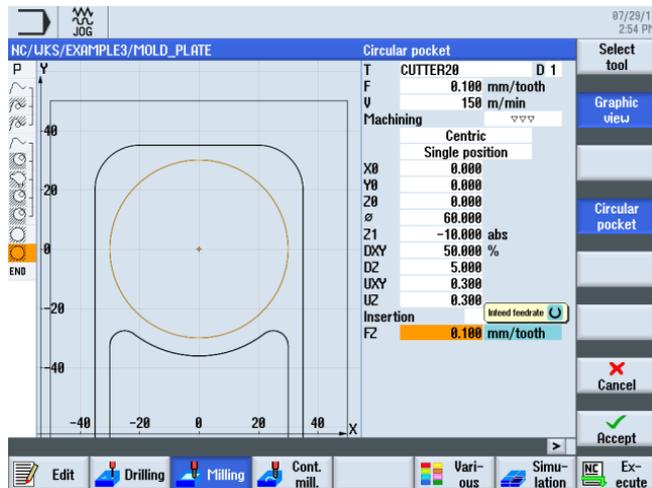


Figura 8-28 Acabado de una caja circular

Los siguientes pasos le permitirán introducir el mecanizado de la caja circular interior. La caja circular es mecanizada hasta una profundidad de -20 mm.

Nota

¡La profundidad inicial ya no es de 0 mm, sino de -10 mm!

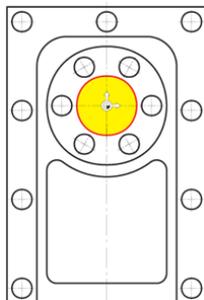


Figura 8-29 Caja circular interior



Seleccione el pulsador de menú **Fresar**.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.

Circular pocket

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el mecanizado de la caja circular:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,15 mm/diente	X	
V	120 m/min	X	
Mecanizado	Desbaste	X	
X0	0		
Y0	0		
Z0	-10		
∅	30		
Z1	-20 abs	X	
DXY	50%	X	
DZ	5		
UXY	0.3		
UZ	0.3		
Penetración	Vertical	X	
FZ	0,1 mm/diente	X	

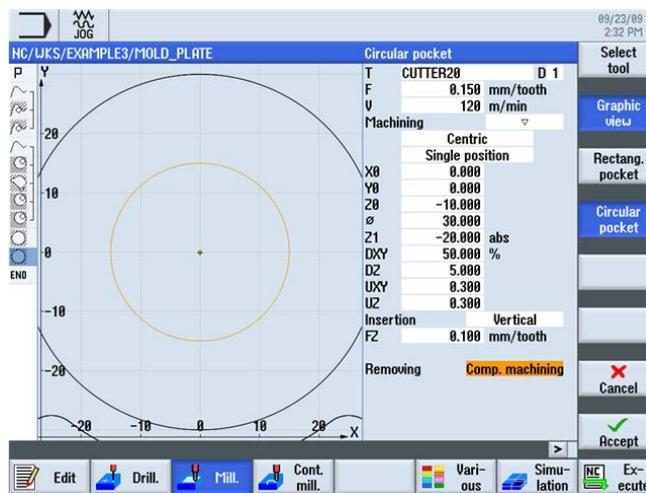


Figura 8-30 Desbaste de una caja circular interior



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Fresar**.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el mecanizado de la caja circular:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,08 mm/diente	X	
V	150 m/min	X	

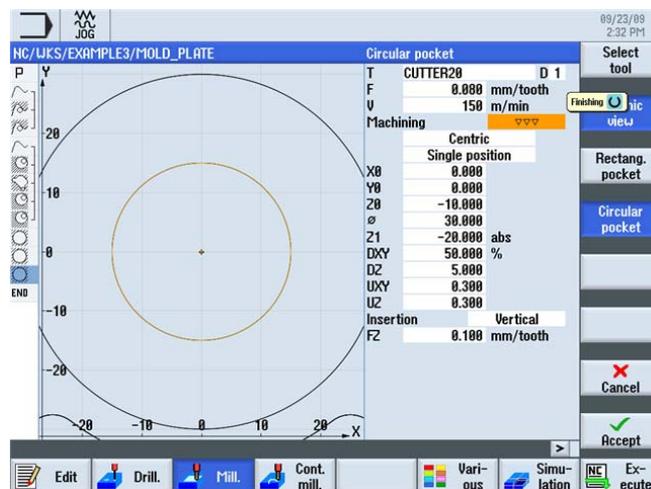


Figura 8-31 Acabado de una caja circular interior



Acepte los valores introducidos.



Inicie la simulación.

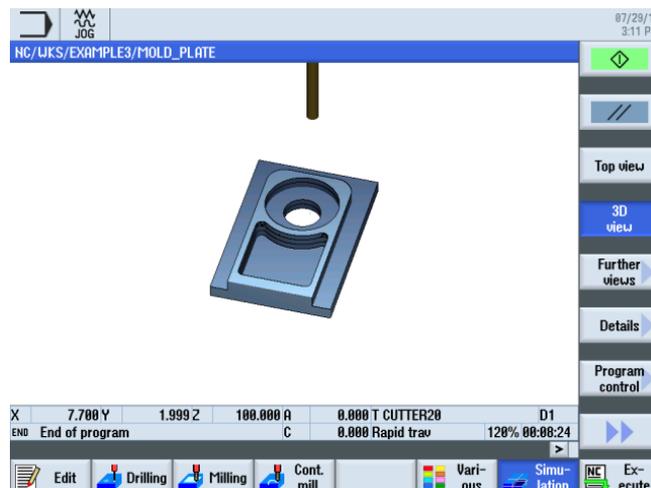


Figura 8-32 Simulación en vista 3D

8.5 Consideración de obstáculos

Operaciones

Como ya ha aprendido en el ejemplo 1, en esta pieza también es posible concatenar distintos patrones de taladrado. No obstante, en este caso debe tener en cuenta que han de sobrepasarse uno o varios obstáculos, según el orden del mecanizado. Entre los taladros, el desplazamiento se realiza respectivamente hasta la *distancia de seguridad* o bien al *plano de mecanizado*, según el ajuste que haya efectuado.

Cree en primer lugar los pasos de trabajo "Punteado" y "Taladrado" igual que en el ejemplo 1.

1. Puntear

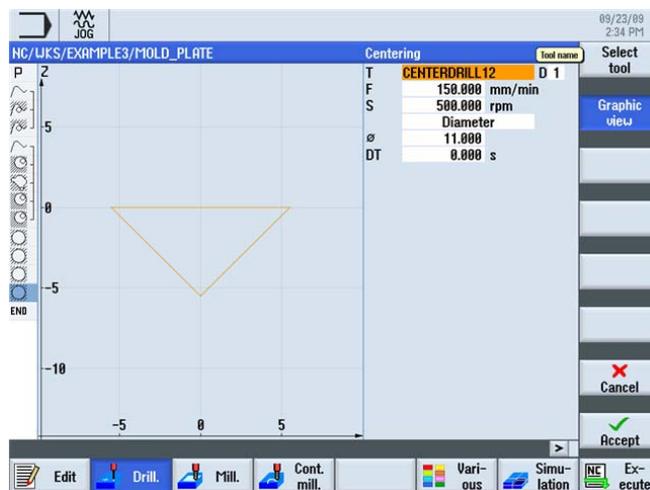


Figura 8-33 Paso de trabajo "Punteado"

2. Taladrado

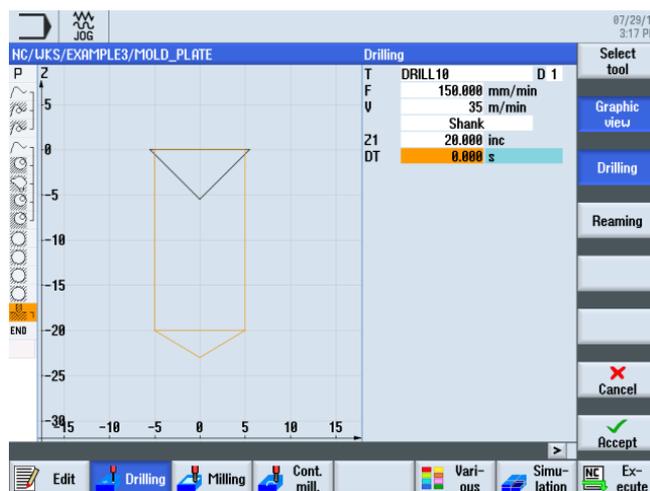


Figura 8-34 Paso de trabajo "Taladrado"

Las posiciones de taladrado correspondientes se introducen con los siguientes pasos:



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Cree en primer lugar la secuencia de taladrado izquierda siguiendo el orden de abajo arriba. Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Cuadrícula	Línea	X	
Z0	-10		
X0	-42.5		
Y0	-92.5		
α0	90		
L0	0		
L	45		
N	4		

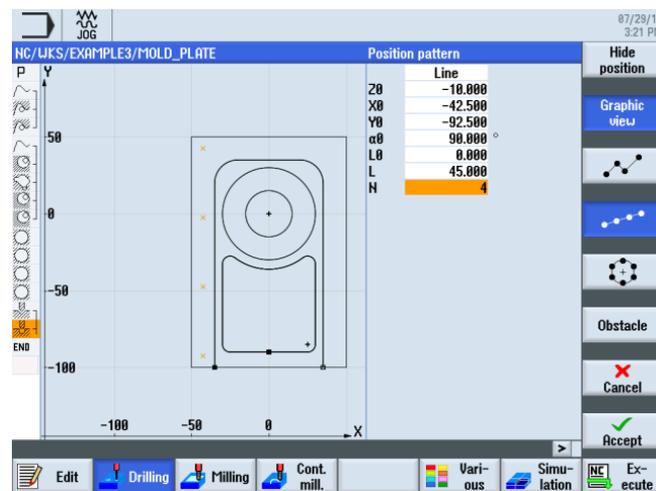


Figura 8-35 Introducción de la secuencia de taladrado



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.

Obstacle

Indique mediante la función "Obstáculo" un trayecto de 1 mm, pues el siguiente paso consiste en taladrar también de abajo arriba la secuencia de mecanizado derecha para practicar. Solo debe introducir el obstáculo si previamente ha cambiado a "optimizado" el campo de entrada "Patr. posic. retirada" en la cabeza de programa.

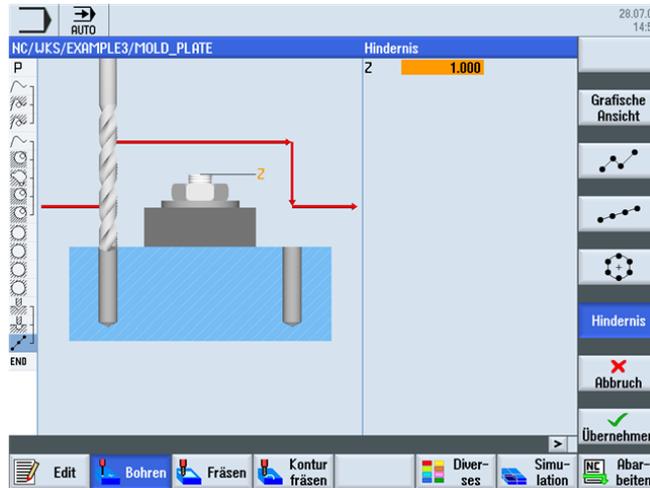


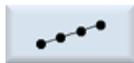
Figura 8-36 Introducción de un obstáculo

Accept

Acepte los valores introducidos.

Positions

Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la segunda secuencia de taladrado:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Cuadrícula	Línea	X	
Z0	-10		
X0	42.5		
Y0	-92.5		
α0	90		
L0	0		
L	45		
N	4		

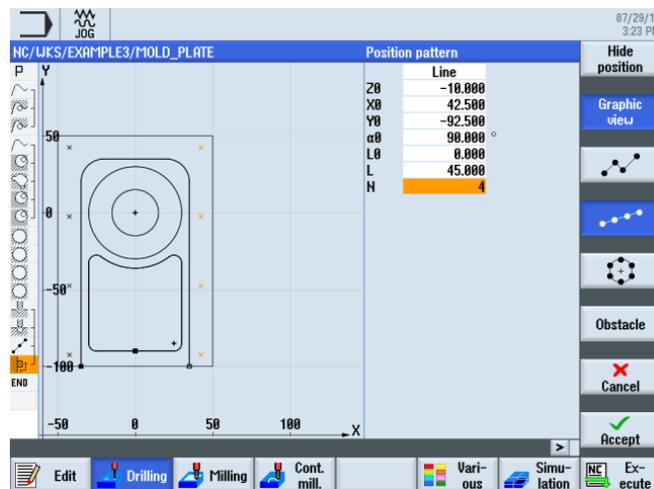


Figura 8-37 Introducción de la secuencia de taladrado



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Para llegar al siguiente patrón de taladrado, el círculo de taladrado, debe sobrepasarse otra vez un obstáculo. Introduzca Z=1.



Acepte el valor introducido.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para los 6 taladros en el círculo:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Cuadrícula	Círculo	X	
Z0	-10		
X0	0		
Y0	0		
alpha0	0		
R	22.5		
N	6		
Posicionar	Línea recta	X	

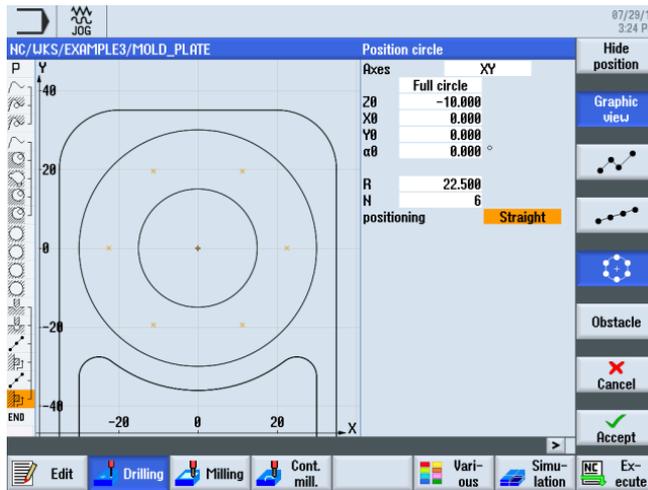


Figura 8-38 Introducción de taladros en un círculo



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Para realizar el último taladro se vuelve a sobrepasar un obstáculo. Introduzca Z=1.



Acepte el valor introducido.



Seleccione el pulsador de menú **Posiciones**.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para las últimas posiciones de taladrado:

Nota

En caso necesario, borre las posiciones ya existentes con la tecla DEL.

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Cuadrícula	Ortogonal	X	
Z0	-10		
X0	0		
Y0	42.5		

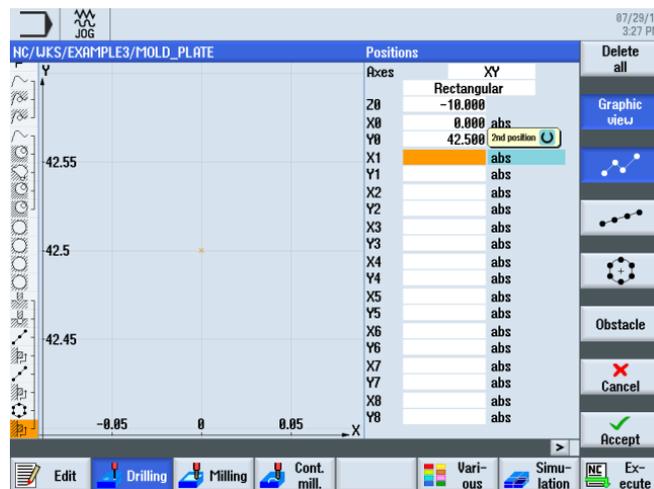


Figura 8-39 Introducción de posiciones de taladrado



Acepte los valores introducidos.

Nota

Este ejemplo de programación debería servirle para familiarizarse con la función "Obstáculo". Por supuesto, hay formas más elegantes de programar las posiciones de taladrado pasando solo por un obstáculo.
¡Pruebe por sí mismo diferentes estrategias!



Inicie la simulación.

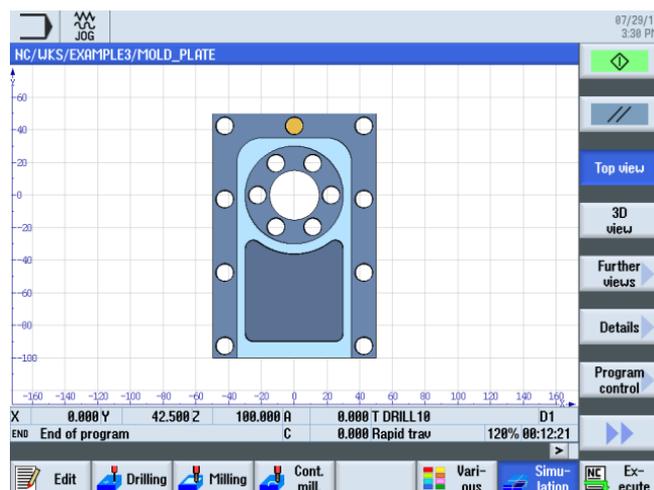


Figura 8-40 Simulación, vista en planta

Ejemplo 4: palanca

9.1 Sinopsis

Objetivos didácticos

En este capítulo descubrirá las siguientes funciones nuevas. Aprenderá a:

- planear;
- crear rebordes (cajas auxiliares) para el vaciado en torno a islas;
- crear y copiar islas circulares;
- trabajar con el editor de pasos de trabajo y confeccionar islas;
- taladrar en profundidad, fresar hélices, mandrinar y fresar roscas;
- programar contornos de forma polar (a partir de la versión 6.4).

Planteamiento

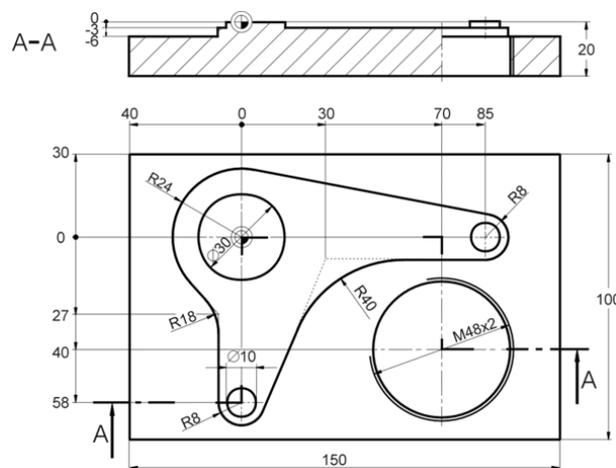


Figura 9-1 Dibujo de taller, ejemplo 4



Figura 9-2 Pieza, ejemplo 4

Preparativos

Lleve a cabo por su cuenta los siguientes pasos:

1. Cree una pieza nueva con el nombre 'Example4'.
2. Cree un plan de trabajo nuevo con el nombre 'LEVER' .
3. Indique las medidas de la pieza en bruto (para saber cómo proceder, ver el ejemplo 1).

Nota

Tenga en cuenta que la pieza en bruto debe tener 25 mm de grosor y, por tanto, ha de ajustar ZA en 5 mm.

Una vez introducidos los datos, la cabeza de programa debería tener el mismo aspecto que en la siguiente ilustración.

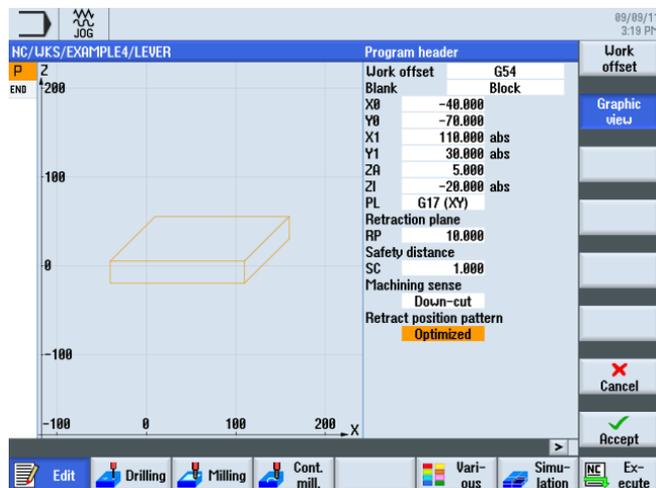


Figura 9-3 Dimensiones de la pieza en la cabeza de programa

9.2 Planeado

Operaciones



Seleccione el pulsador de menú **Fresar**.



Seleccione el pulsador de menú **Planeado**.



Abra la lista de herramientas y seleccione la fresa para planear FACEMILL63.



Traslade la herramienta al programa.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el desbaste:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,1 mm/diente	X	
V	120 m/min	X	
Mecanizado	Desbaste	X	
Dirección	Cambiante	X	
X0	-40		
Y0	-70		
Z0	5		
X1	110 abs	X	
Y1	30 abs	X	
Z1	0 abs	X	
DXY	30 %	X	
DZ	5		
UZ	1		



Figura 9-4 Desbaste de una superficie



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Planeado**.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el acabado:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,08 mm/diente	X	
V	150 m/min	X	
Mecanizado	Acabado	X	

Nota

Las creces para acabado deben tener el mismo valor tanto en el desbaste como en el acabado, ya que, en el desbaste, ese valor hace referencia a las creces para el siguiente mecanizado de acabado y, en el acabado, se refiere al grosor del material que todavía debe mecanizarse por arranque de virutas.

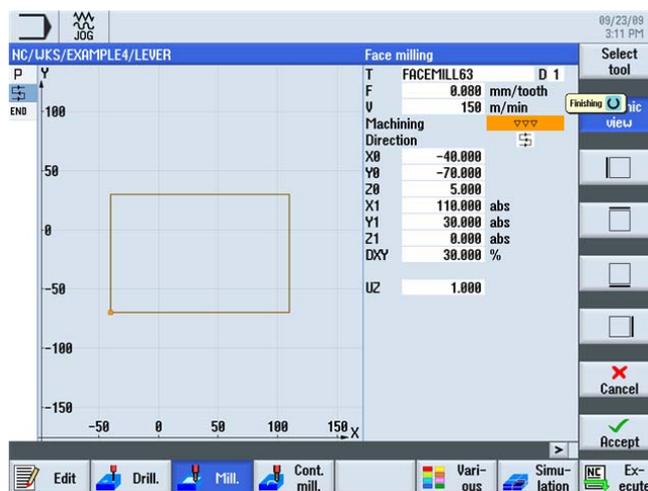


Figura 9-5 Acabado de una superficie



Acepte los valores introducidos.

9.3 Creación del reborde para la isla de la palanca

Operaciones

Nota

Al igual que las cajas, las islas se describen como contorno en la calculadora gráfica de contornos. No se convierten en islas hasta la concatenación en el plan de trabajo, en el que el primer contorno describe siempre la caja. Uno o incluso varios contornos seguidos se interpretan como islas.

Dado que en el caso de la pieza de ejemplo 'LEVER' no existe ninguna caja, debe colocar una caja auxiliar ficticia alrededor del contorno exterior. Esta sirve como límite exterior necesario de los trayectos, por lo que constituye el marco en el cual tienen lugar los movimientos de la herramienta.



Seleccione el pulsador de menú **Fresado del contorno**.



Cree un contorno nuevo con el nombre 'LEVER_Rectangular_Area'.



Figura 9-6 Creación de un contorno

Cree por su cuenta el siguiente contorno. Redondee las esquinas con R15. Asegúrese de elegir los valores de manera que la caja cubra las esquinas de la pieza.

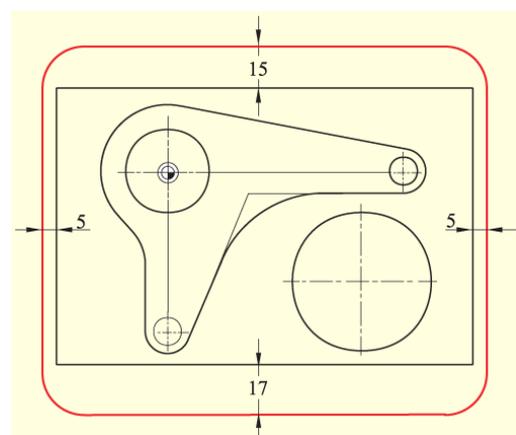


Figura 9-7 Reborde para la isla de la palanca

Compare su contorno con la siguiente ilustración.

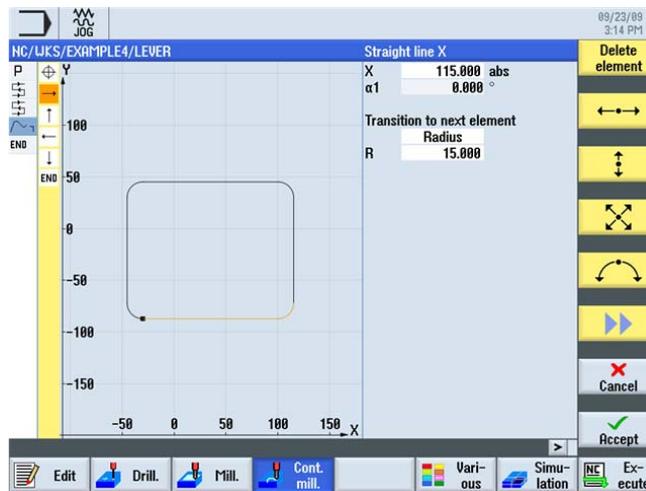


Figura 9-8 Contorno ya construido

9.4 Confección de la palanca

Operaciones

El contorno se introduce con los siguientes pasos:

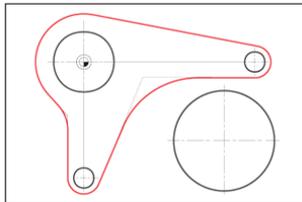


Figura 9-9 Contorno de la palanca



Seleccione el pulsador de menú **Fresado del contorno**.



Cree un contorno nuevo con el nombre 'LEVER_Lever'.



Figura 9-10 Creación de un contorno

Tras la confirmación introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el punto inicial del contorno:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	-24 abs		
Y	0 abs		



Figura 9-11 Creación del punto inicial



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el primer arco:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Sentido de giro	En sentido horario	X	
R	24		Se conocen el radio y el centro.
I	0		

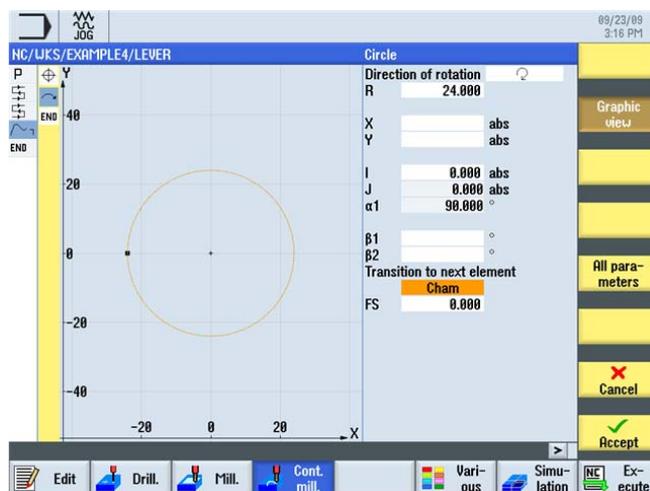


Figura 9-12 Contorno en arco



Acepte los valores introducidos.



Cree los ejes oblicuos tangenciales al elemento anterior.



Active el pulsador de menú **Tangente a anter..**



Figura 9-13 Contorno de ejes oblicuos



Acepte la entrada.

Ejemplo 4: palanca

9.4 Confección de la palanca



Introduzca el arco tangencial.



Active el pulsador de menú **Tangente a anter..**

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el arco:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Sentido de giro	Derecha	X	
R	8		Se conocen el radio, el centro y el punto final.
X	85 abs	X	
Y	-8 abs	X	
I	85 abs	X	

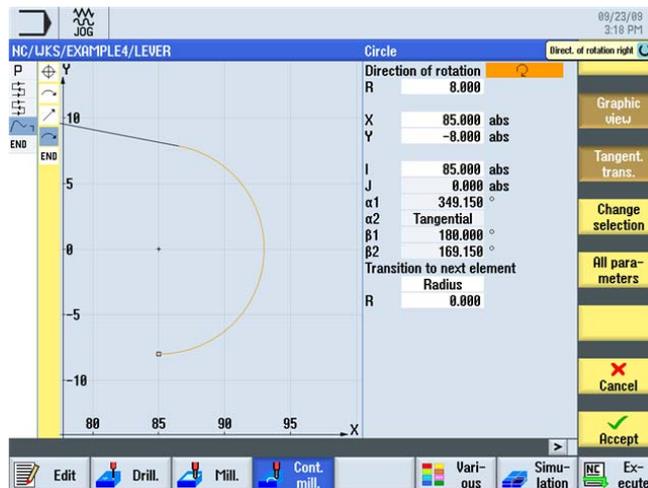


Figura 9-14 Contorno en arco



Acepte el contorno propuesto.



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el trayecto horizontal hasta el punto final X30:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	30 abs	X	
R	40		Indique como radio hasta el siguiente elemento 40 mm.

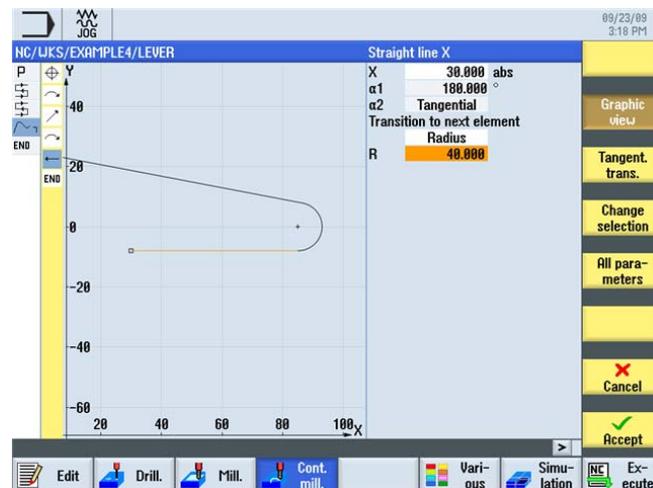


Figura 9-15 Contorno con trayecto horizontal



Acepte los valores introducidos.



Tenga en cuenta esta advertencia para el siguiente trayecto oblicuo:

Nota

La transición tangencial siempre se refiere únicamente al elemento principal, es decir, en este caso la unión con la recta no es tangencial (ver la siguiente ilustración).

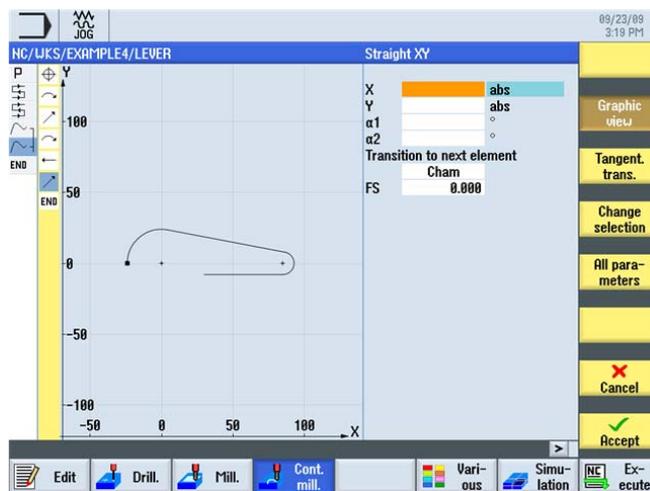
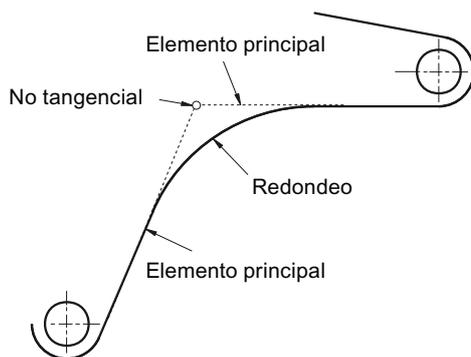


Figura 9-16 Contorno de ejes oblicuos



Acepte la entrada.



Introduzca el arco tangencial.



Active el pulsador de menú **Tangente a anter..**



Active el pulsador de menú **Todos los parámetros**.

La función **Todos los parámetros** le proporciona información detallada sobre el arco. Esto puede servir, por ejemplo, para verificar los valores introducidos (p. ej.: ¿termina el arco en vertical...?).

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el arco:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Sentido de giro	Derecha	X	
R	8		
Y	-58 abs		
I	0 abs		
J	-58 abs		



Figura 9-17 Contorno en arco



Seleccione el contorno propuesto deseado.



Acepte el contorno propuesto.



Acepte la entrada.



Introduzca el trayecto vertical (automáticamente tangencial) hasta el punto final Y-27.



Active el pulsador de menú **Tangente a anter..**

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Y	-27 abs	X	
R	18	X	Redondee la transición a la siguiente recta con R18.

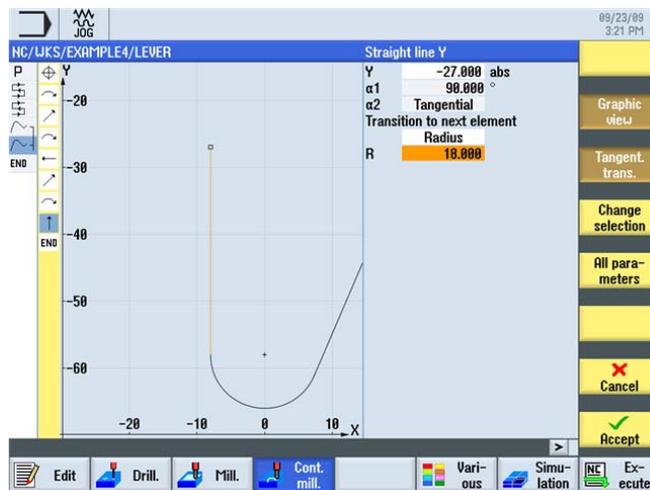


Figura 9-18 Contorno con trayecto vertical



Acepte los valores introducidos.



Introduzca los ejes oblicuos.

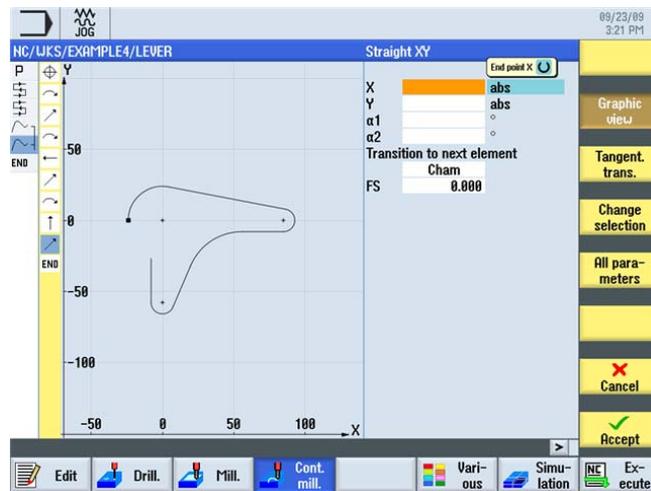


Figura 9-19 Contorno de ejes oblicuos



Acepte la entrada.



Cierre con un arco el contorno hasta el punto inicial.



Active el pulsador de menú **Tangente a anter.**

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el punto inicial del contorno:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
R	24		
X	-24	X	
Y	0	X	
I	0	X	

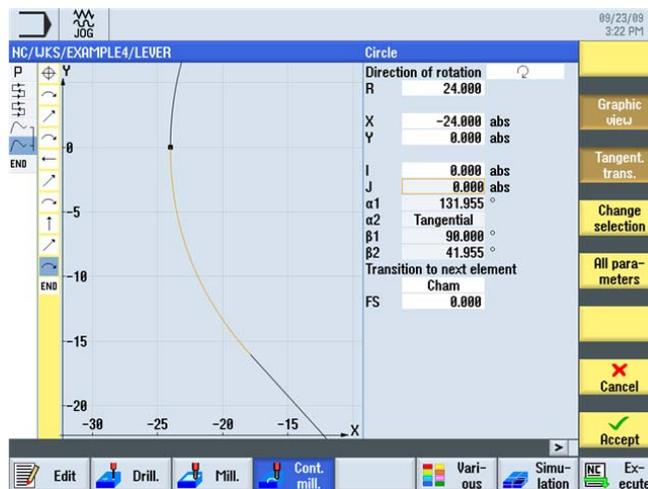


Figura 9-20 Contorno en arco



Acepte los valores introducidos.



Acepte el contorno.

Los siguientes pasos le permiten desbastar y acabar la caja teniendo en cuenta el contorno de la palanca:

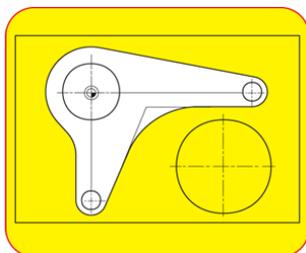


Figura 9-21 Desbaste y acabado en torno a la palanca



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.



Abra la lista de herramientas y seleccione la fresa para planear CUTTER20.



Traslade la herramienta al programa.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el desbaste:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,15 mm/diente	X	
V	120 m/min	X	
Mecanizado	Desbaste	X	
Z0	0		
Z1	6 inc	X	
DXY	50%	X	Indique aquí la penetración máxima en el plano en %.
DZ	6		
UXY	0		
UZ	0.3		
Punto inicial	Automático	X	
Penetración	Vertical	X	
FZ	0,15 mm/diente	X	
Modo de retirada	A RP	X	



Figura 9-22 Desbaste de un contorno



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Caja**.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el acabado:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,08 mm/diente	X	
V	150 m/min	X	
Mecanizado	Acabado del fondo	X	
Z0	0		
Z1	6 inc	X	
DXY	50%	X	Indique aquí la penetración máxima en el plano en %.
UXY	0		
UZ	0.3		
Punto inicial	Manual	X	
XS	70		
YS	-40		
Penetración	Vertical	X	
Modo de retirada	A RP	X	



Figura 9-23 Acabado del fondo



Acepte los valores introducidos.

9.5 Creación del reborde para la isla circular

Operaciones

Cree por su cuenta el reborde a modo de límite del trayecto para el fresado. Frese hasta una profundidad de -3.

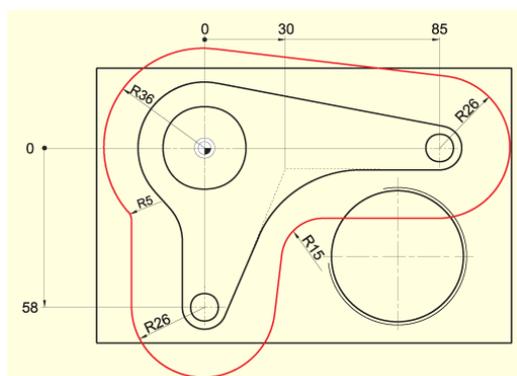


Figura 9-24 Contorno de reborde para las islas circulares

Nota

Los valores R36 y R26 se obtienen a partir del radio de la isla más el diámetro de la fresa correspondientes (en este caso, suma de 20 mm + 1 mm).

Los radios R5 y R15 se han elegido libremente.



Seleccione el pulsador de menú **Fresado del contorno**.



Cree un contorno nuevo con el nombre 'LEVER_Lever_Area'.



Figura 9-25 Creación de un contorno

Construya el límite de los trayectos, tal como se describe más arriba, alrededor del contorno de la pieza de manera que la fresa de 20 quepa en todas partes entre el límite y las islas. Introduzca este contorno de delimitación de la misma forma que el contorno de la palanca.

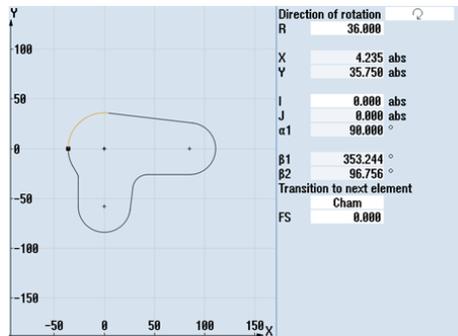


Figura 9-26 Tramo de contorno en arco a la izquierda

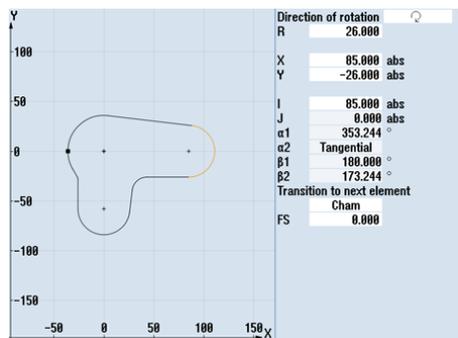


Figura 9-27 Tramo de contorno en arco a la derecha

9.6 Creación de la isla circular de 30

Operaciones

La isla circular de 30 reproducida se crea mediante los siguientes pasos:

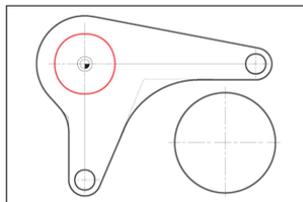


Figura 9-28 Isla circular de 30



Seleccione el pulsador de menú **Fresado del contorno**.



Cree un contorno nuevo con el nombre 'LEVER_Circle_R15'.



Figura 9-29 Creación de un contorno

Cree por su cuenta el contorno del círculo (ver la siguiente ilustración). El punto inicial de la construcción circular se encuentra en X-15 e Y0.

Nota

¡Tenga en cuenta que algunos valores están acotados incrementalmente!

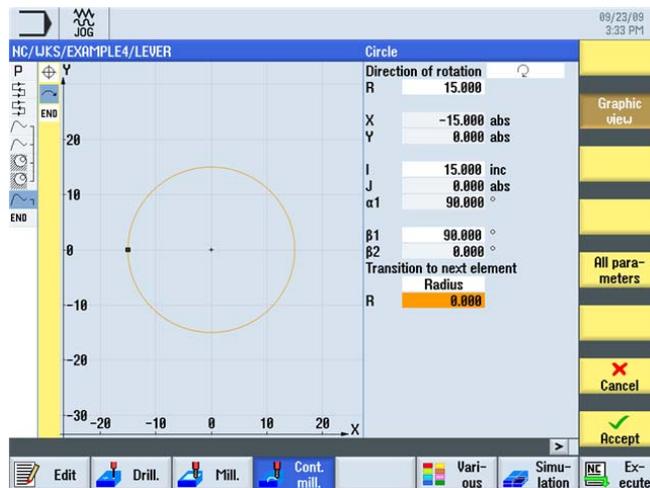


Figura 9-30 Contorno de la isla circular

9.7 Creación de la isla circular de 10

Operaciones

La isla circular de 10 reproducida se crea mediante los siguientes pasos:

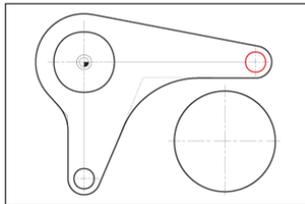


Figura 9-31 Isla circular de 10



Seleccione el pulsador de menú **Fresado del contorno**.



Cree un contorno nuevo con el nombre 'LEVER_Circle_R5_A'.



Figura 9-32 Creación de un contorno

Cree por su cuenta el contorno del círculo (ver la siguiente ilustración). El punto inicial de la construcción circular se encuentra en X80 e Y0.

Nota

Dado que esta isla circular se copia en el siguiente paso, debe introducir el contorno de manera incremental para que, al realizar la copia, solo deba modificarse el punto inicial.

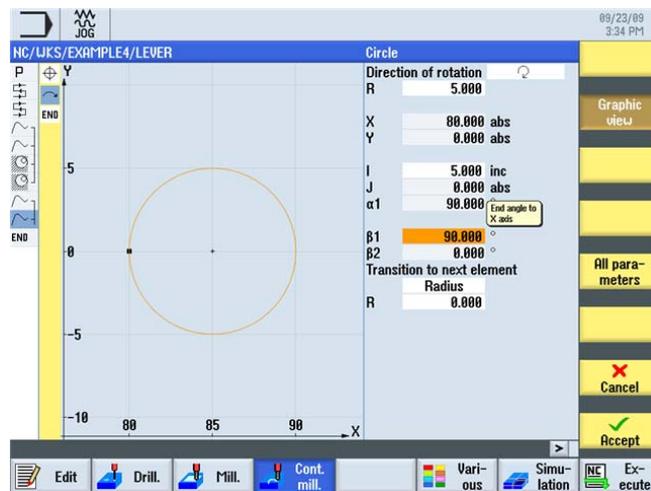


Figura 9-33 Contorno de la isla circular de 10

Una vez introducido el arco, la línea punteada tiene el siguiente aspecto.

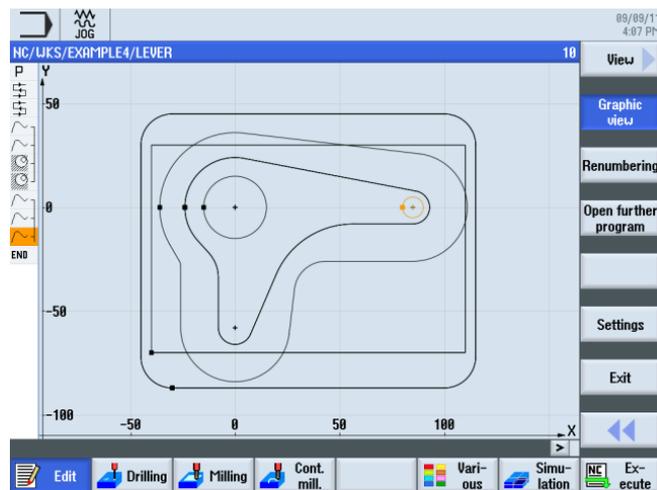


Figura 9-34 Línea punteada

9.8 Copia de la isla circular de 10

Operaciones

Los siguientes pasos le permiten copiar la isla circular creada en el paso anterior:

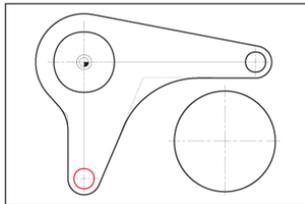


Figura 9-35 Isla circular de 10

Copy

Navigate hasta el contorno 'LEVER_Circle_R5_A' y cópielo.

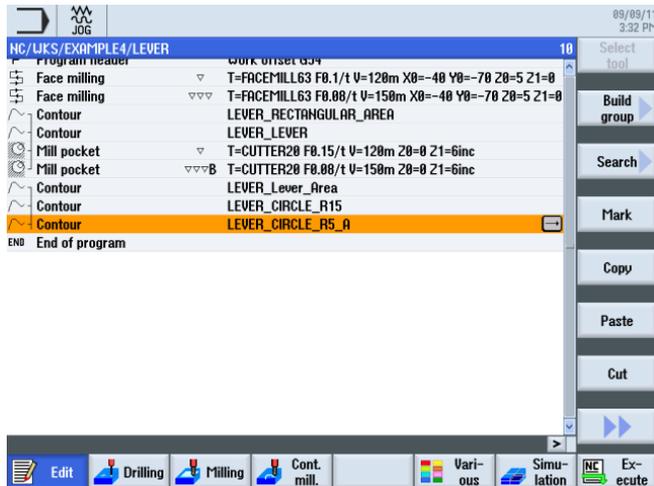


Figura 9-36 Copiar contorno

Paste

Pegue el contorno copiado y dele el nombre 'LEVER_Circle_R5_B'.

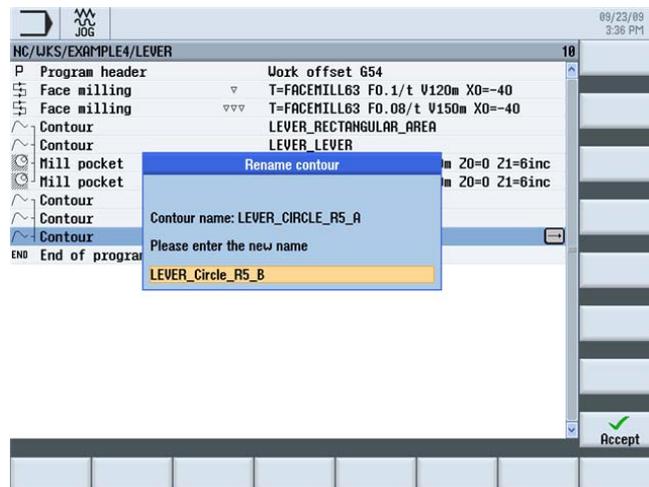


Figura 9-37 Introducción del nombre para el contorno copiado

Accept

Acepte la entrada.

Tras la confirmación el plan de trabajo debería tener el siguiente aspecto.

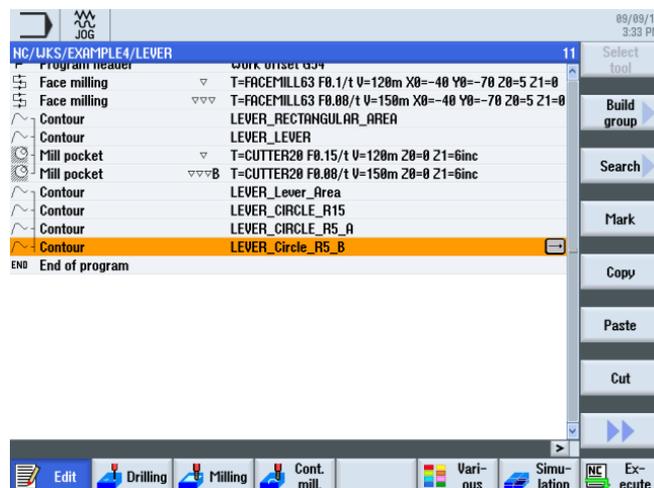


Figura 9-38 Contorno pegado en el editor de pasos de trabajo

Ahora tan solo debe modificar el punto inicial, pues había introducido el contorno incrementalmente.

Abra el contorno. Con esta tecla puede abrir también en el contorno abierto el elemento geométrico seleccionado para modificarlo.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el punto inicial del contorno:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	-5		
Y	-58		



Figura 9-39 Modificación del punto inicial



Acepte los valores introducidos.

9.9 Confección de la isla circular con la ayuda del editor

Operaciones

Siga estos pasos para confeccionar las 3 islas circulares. Durante esta operación descubrirá otras funciones del editor de pasos de trabajo que le ayudarán a utilizar y gestionar varias veces el plan de trabajo (ver apartado *Funciones del editor de pasos de trabajo*).

El siguiente contorno sirve como límite del trayecto a la hora de confeccionar las islas.

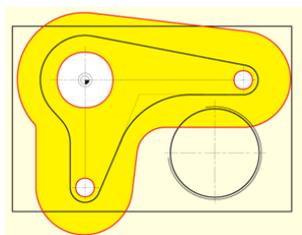


Figura 9-40 Límite del trayecto

Su plan de trabajo tendrá el siguiente aspecto.

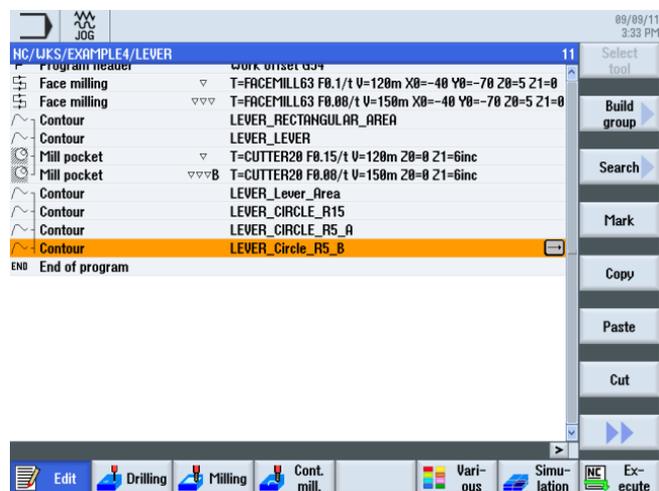


Figura 9-41 Plan de trabajo

Mark

Marque los dos pasos de trabajo para el desbaste y el acabado de la caja.

Copy

Copie los pasos de trabajo marcados.

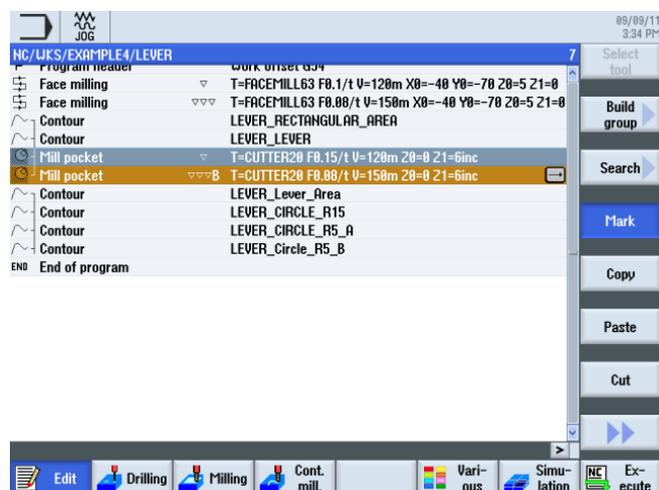


Figura 9-42 Operaciones de mecanizado marcadas

Paste

Pegue los pasos de trabajo debajo de los contornos. Al hacerlo se concatenan las tecnologías de vaciado con los contornos.

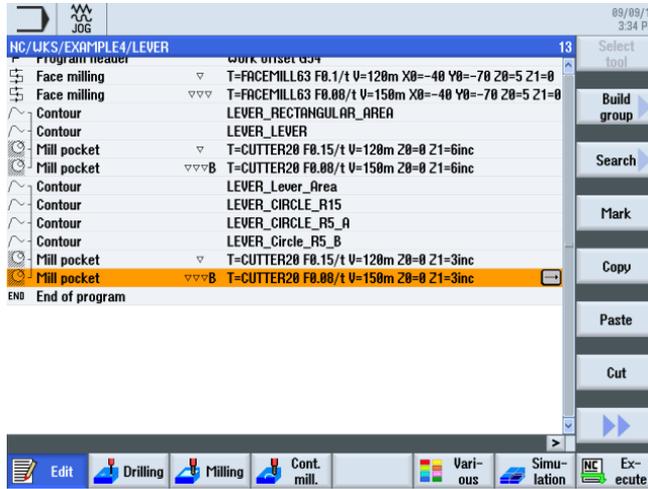


Figura 9-43 Operaciones de mecanizado pegadas

Todavía falta adaptar las tecnologías de vaciado "desbaste" y "acabado" a la nueva profundidad de mecanizado:



Abra el paso de trabajo para el desbaste.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el desbaste:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Z1	3 inc	X	
Punto inicial	Manual	X	
XS	70		
YS	-10		

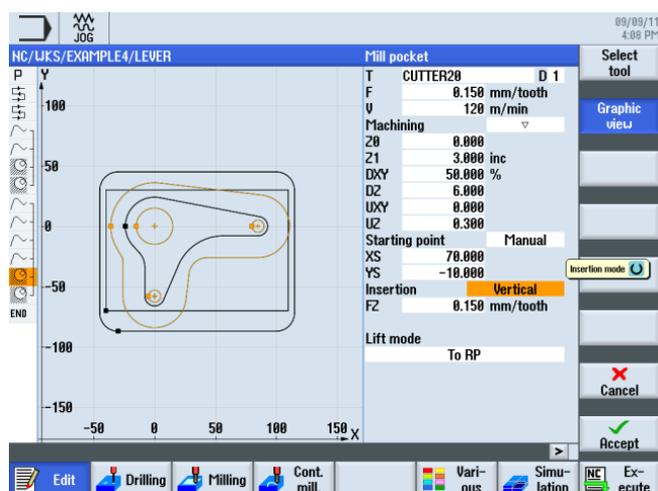


Figura 9-44 Adaptación del desbaste



Acepte los valores introducidos.



Abra el paso de trabajo para el acabado. Modifique los valores de la misma manera que para el desbaste.

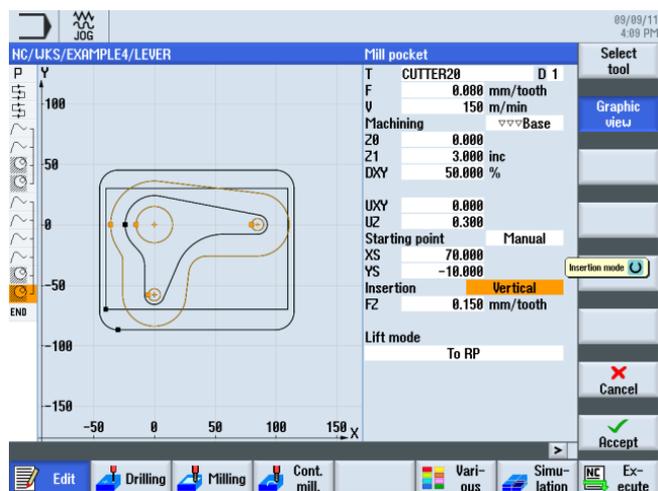


Figura 9-45 Adaptación del acabado



Acepte los valores introducidos.

Graphic view

Aquí se indica qué geometrías pertenecen a la tecnología de acabado (gráfico del plan de trabajo).

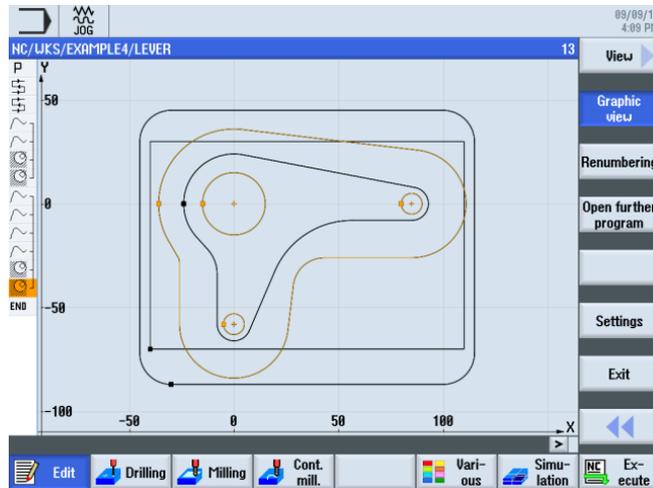


Figura 9-46 Línea punteada

Simulation

Compruebe el resultado provisional con la simulación.

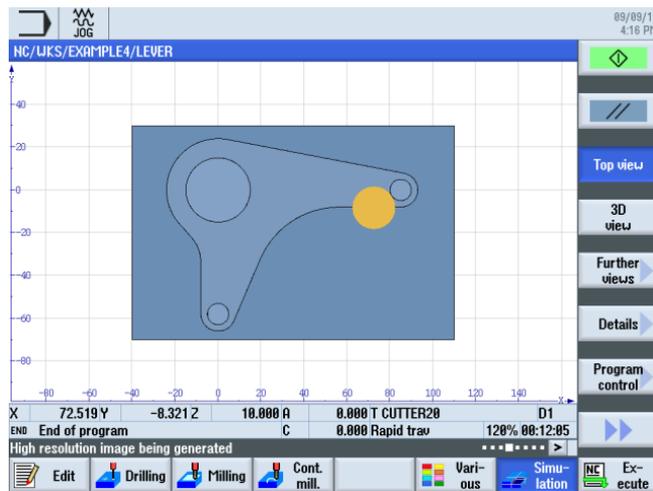


Figura 9-47 Simulación, vista en planta

Funciones del editor de pasos de trabajo

A continuación se ofrece una visión de conjunto de las funciones del editor de pasos de trabajo:

	Este pulsador de menú permite cambiar a la línea punteada.
	Este pulsador de menú permite buscar texto en el programa.
	Este pulsador de menú permite seleccionar varios pasos de trabajo para el posterior mecanizado (p. ej., copiar o cortar).
	Este pulsador de menú permite copiar pasos de trabajo en el portapapeles.
	Este pulsador de menú permite pegar pasos de trabajo del portapapeles en el plan de trabajo. La inserción se realiza siempre detrás del paso de trabajo recién marcado.
	Este pulsador de menú permite copiar pasos de trabajo en el portapapeles y borrarlos al mismo tiempo del lugar de origen. Este pulsador de menú sirve también simplemente para borrar.
	Este pulsador de menú permite cambiar al menú ampliado.
	Este pulsador de menú permite reenumerar los pasos de trabajo.
	Este pulsador de menú permite abrir el cuadro de diálogo "Ajustes". Aquí se define, entre otras cosas, si la numeración debe ser automática o si el fin de secuencia debe visualizarse como símbolo.
	Este pulsador de menú permite regresar al menú anterior.

9.10 Taladrado profundo

Operaciones

Siga estos pasos para pretaladrar:

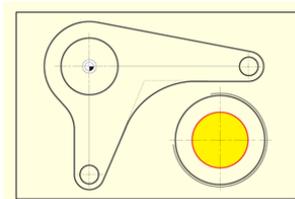


Figura 9-48 Taladrado profundo



Seleccione el pulsador de menú **Taladrar**.



Seleccione el pulsador de menú **Taladrar escariar**.



Abra la lista de herramientas y seleccione la broca maciza PREDRILL30.



Traslade la herramienta al programa.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el taladrado profundo:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,1 mm/vuelta	X	
V	120 m/min	X	
Referencia de profundidad	Punta	X	
Z1	-21 abs	X	
DT	0 s	X	

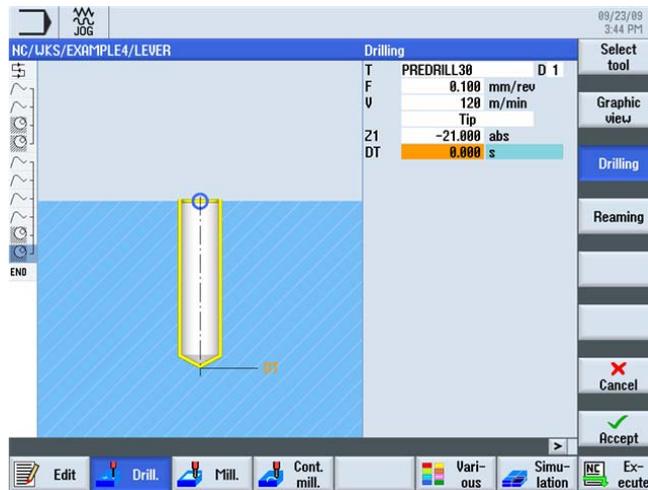


Figura 9-49 Introducción del taladro



Acepte los valores introducidos.



Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la posición de taladrado:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Posiciones	Ortogonal	X	
Z0	-6		
X0	70		
Y0	-40		

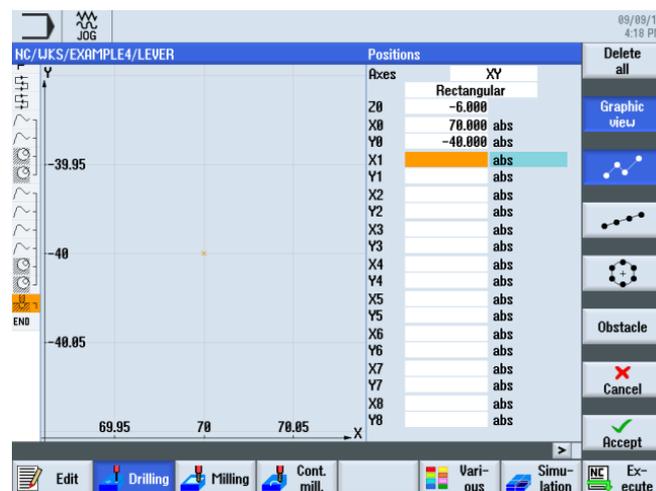


Figura 9-50 Introducción de la posición



Acepte los valores introducidos.

9.11 Fresado de hélices

Operaciones

Los siguientes pasos le permiten arrancar virutas del material de la corona circular sobrante tras el taladrado con un movimiento helicoidal (hélice):

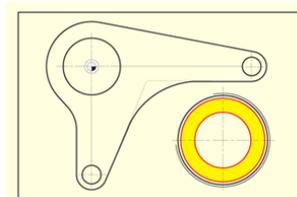


Figura 9-51 Fresado de hélices



Seleccione el pulsador de menú **Recta arco**.



Abra la lista de herramientas y seleccione CUTTER20 .



Traslade la herramienta al programa. Introduzca el siguiente valor en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
V	120 m/min	X	

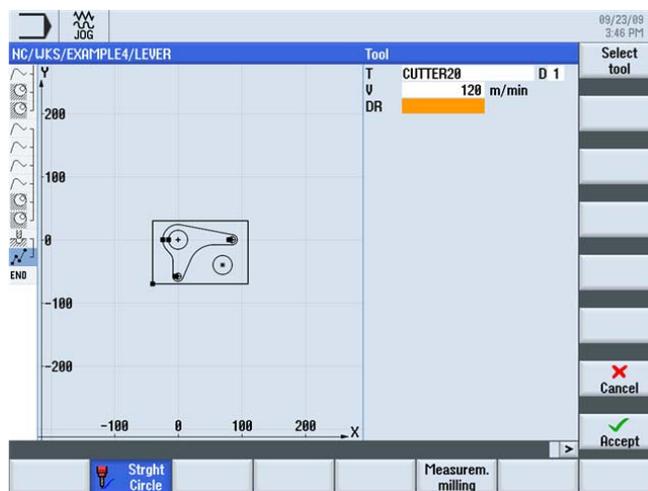


Figura 9-52 Fresado de hélices



Acepte la entrada.



Seleccione el pulsador de menú **Recta**.



Seleccione el pulsador de menú **Rápido**.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el punto inicial del contorno:

Nota

Dado que en este caso el fresado se realiza sin corrección del radio de fresa, debe posicionar la fresa con su perímetro sobre el diámetro del agujero para roscar (en este caso, 45,84 mm), valor al cual ha de restarle las creces para acabado.

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
X	82	X	
Y	-40	X	
Z	-5	X	
Corrección del radio	Des	X	

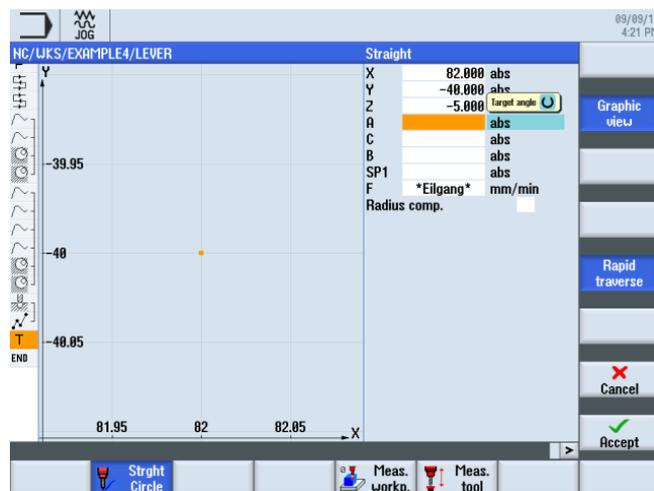


Figura 9-53 Posicionar



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Hélice**. Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la hélice:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
I	70	X	
J	-40	X	
P	3 mm/vuelta		El paso de la hélice es 3.
Z	-23 abs	X	
F	0,1 mm/diente	X	

Nota

Dado que la herramienta se desplaza en una trayectoria oblicua, aquí se dan 6 vueltas para que no quede material sobrante (aunque ya se haya alcanzado la profundidad final después de 5 vueltas).

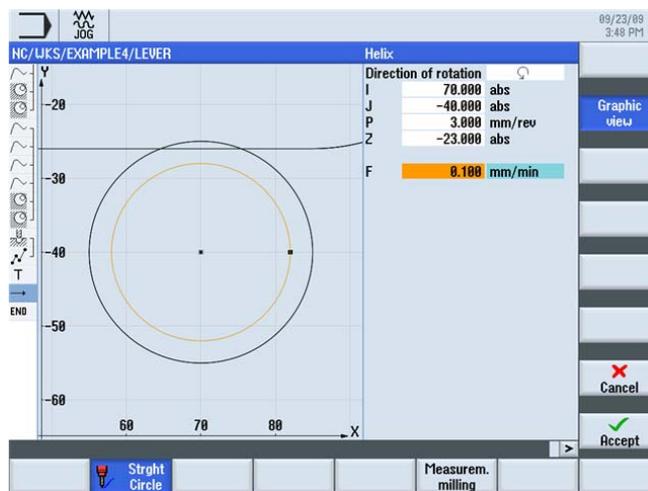


Figura 9-54 Introducción de la hélice



Acepte los valores introducidos.

9.12 Mandrinado

Operaciones

Los siguientes pasos le permiten mecanizar la caja circular con una herramienta de vaciado hasta las medidas finales:

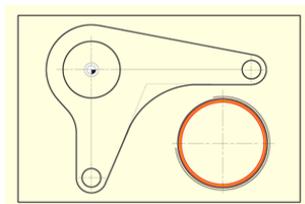


Figura 9-55 Mandrinado de una caja circular



Seleccione el pulsador de menú **Taladrar**.



Seleccione el pulsador de menú **Mandrinar**.



Abra la lista de herramientas y seleccione la herramienta de mandrinado DRILL_tool.



Traslade la herramienta al programa.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para el mecanizado:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
F	0,08 mm/vuelta	X	
S	500 r/min	X	
Z1	15 inc	X	
DT	0 s	X	
SPOS	45		
Modo de retirada	Levantar	X	La opción "Levantar" retira la herramienta del contorno antes de que sobresalga por el taladro. Esta opción debe utilizarse únicamente con herramientas de un filo.
D	0.5		

Nota

La posición angular de la herramienta al levantarla es determinada por el fabricante de la máquina.

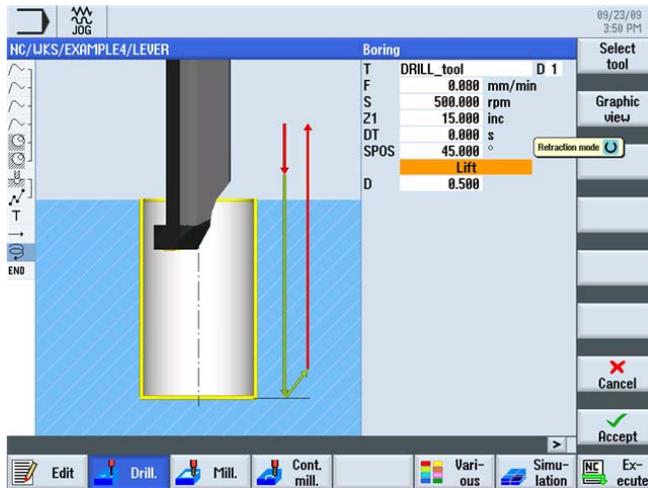


Figura 9-56 Mandrinado

Acepte los valores introducidos.



Coloque la herramienta en el centro del taladro. La medida 45,84 mm está predeterminada por el diámetro ajustado de la herramienta. En vez de introducir la posición, también puede trabajar en este caso con la función *Repetir posición*.

Introduzca en la máscara de entrada los siguientes valores para la posición:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Z0	-6		
X0	70		
Y0	-40		

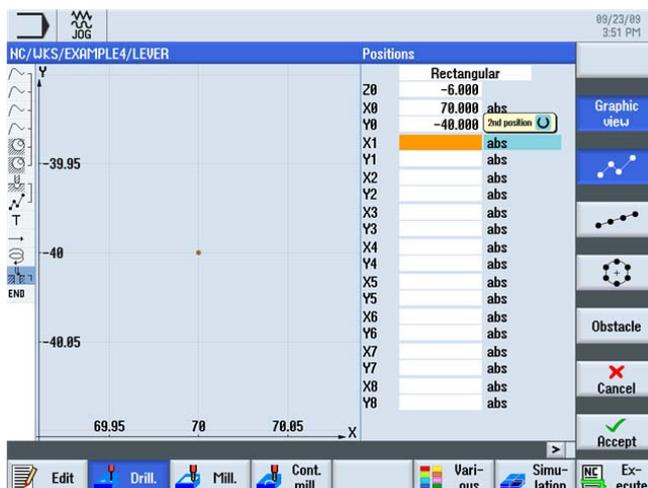


Figura 9-57 Posicionar

Acepte los valores introducidos.



9.13 Fresado de roscas

Operaciones

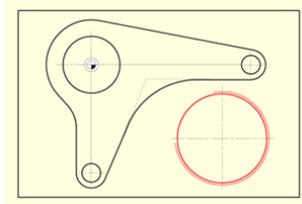


Figura 9-58 Fresado de roscas



Seleccione el pulsador de menú **Fresar**.



Seleccione el pulsador de menú **Fresado de roscas**.



Abra la lista de herramientas y seleccione **THREADCUTTER**.



Traslade la herramienta al programa.

Frese la rosca de arriba abajo. Para ello se utiliza el **THREADCUTTER** (F 0,08 mm/diente, V 150 m/min y un paso de 2 mm). Debe fresarse una rosca derecha en Z-23 absoluto. El rebose de 3 mm garantiza que la rosca se fresa en cualquier caso de manera limpia hasta el borde inferior de la pieza, incluso aunque el diente inferior esté algo desgastado.

En la introducción de los datos son muy útiles las pantallas de ayuda.

Compare los datos que ha introducido con la siguiente ilustración.

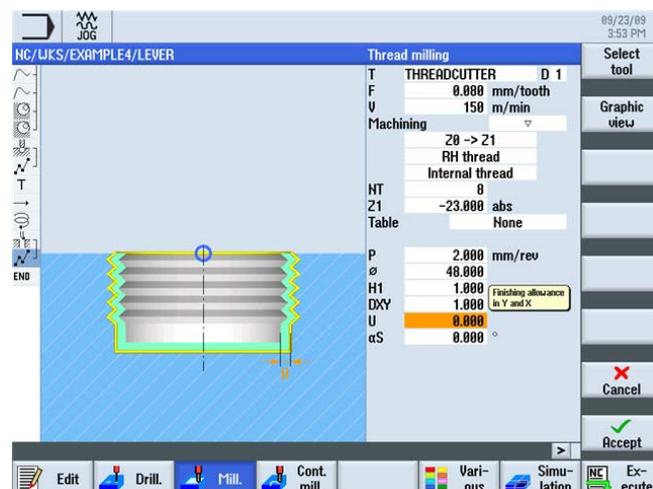


Figura 9-59 Fresado de roscas



Acepte los valores introducidos.



Establezca la posición para la rosca.

Introduzca los siguientes valores en la máscara de entrada:

Campo	Valor	Selección mediante la tecla de alternancia	Notas
Z0	-6		
X0	70		
Y0	-40		

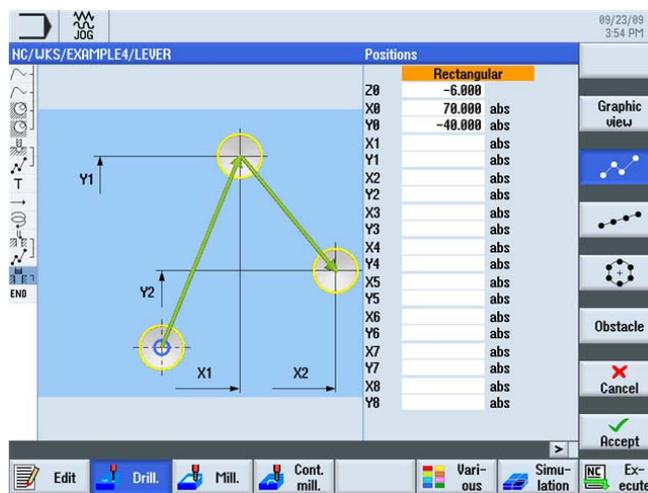


Figura 9-60 Introducción de la posición



Acepte los valores introducidos.

9.14 Programación polar de contornos

Programación polar

No es raro que los elementos de contorno se refieran a un punto polar en los planos de pieza. En este caso, por tanto, no se conocen las coordenadas cartesianas (X/Y), sino las coordenadas polares, es decir, la distancia y el ángulo hasta dicho polo.

Para practicar haremos una pequeña modificación de la palanca: el "brazo de palanca" inferior ya no está vertical al origen en X0, sino girado 10° en sentido horario.

En este ejemplo aprenderá a programar esta operación gráficamente, sin utilizar una calculadora ni construcciones auxiliares.

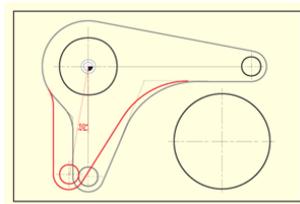


Figura 9-61 Programación polar de una palanca

Operaciones

En primer lugar, desplace el cursor hasta el arco cuyo centro deba acotarse de nuevo (ver la siguiente ilustración).

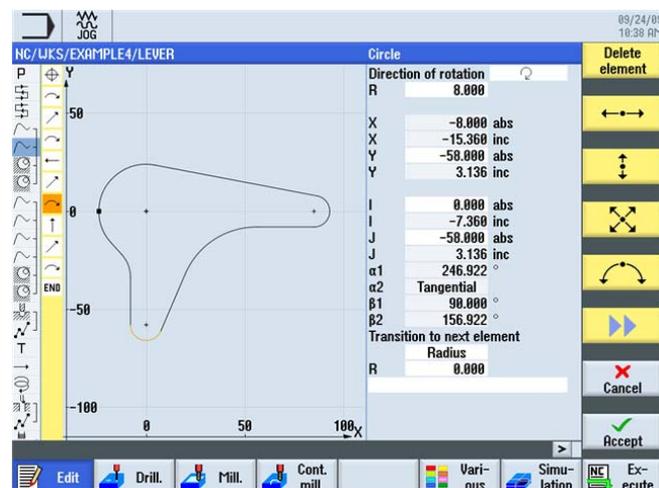


Figura 9-62 Cursor sobre el arco



Amplíe el menú.

Pole

Coloque el cursor en el elemento anterior al arco e inserte el polo en este lugar. Sitúe el polo en el origen.

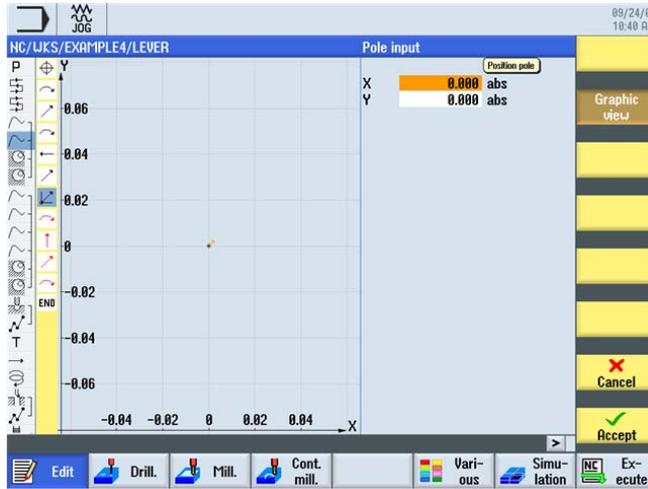


Figura 9-63 Introducción del polo

Accept

Acepte la entrada.

Adapte a continuación los valores del arco:

1. En la ventana de diálogo del arco, borre los valores Y-58, I0 y J-58, que ya no son válidos.

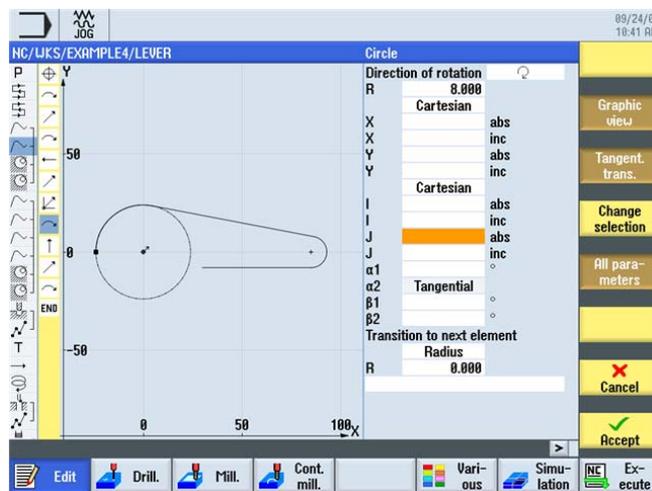


Figura 9-64 Borrado de los valores

2. Cambie las coordenadas de cartesianas a polares para introducir el centro. Introduzca la distancia hasta el polo y el ángulo polar (ver la siguiente ilustración).

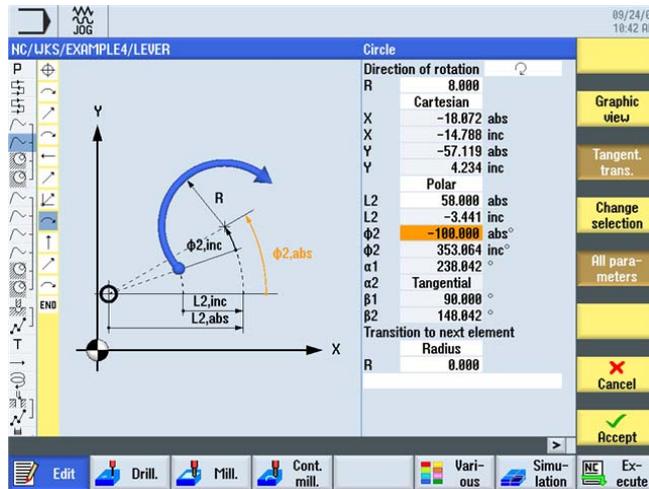


Figura 9-65 Introducción de la distancia hasta el polo y del ángulo polar



Acepte la entrada.



Acepte el cambio.

En la línea punteada puede ver que todavía deben adaptarse de la misma manera la caja auxiliar LEVER_Lever_Area y la isla circular LEVER_Circle_R5_B.

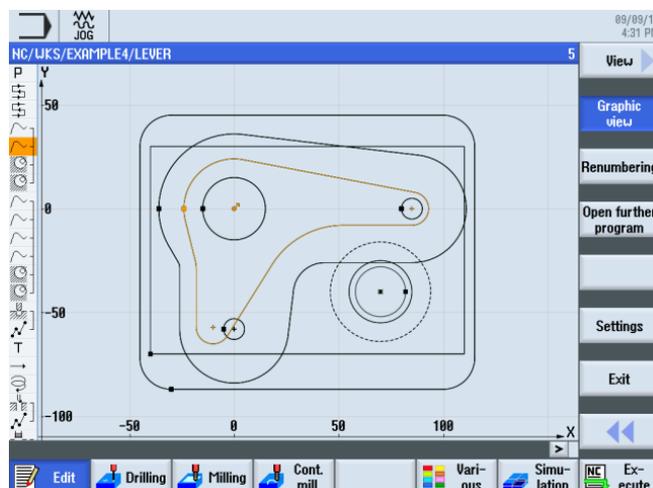


Figura 9-66 Línea punteada tras el decalaje

Modifique por sí mismo estos dos contornos. Al hacerlo, tenga en cuenta las siguientes indicaciones:

Nota

Obviamente, el proceso con la caja auxiliar puede ser un poco menos preciso y puede aproximarse de forma cartesiana al centro del arco R26 acotado de manera polar (X-10/Y-57). En tal caso, el contorno puede cerrarse justo después con una vertical.

En la isla circular, el punto inicial ya está acotado polarmente. A continuación debe modificarse todavía el centro del arco del círculo.

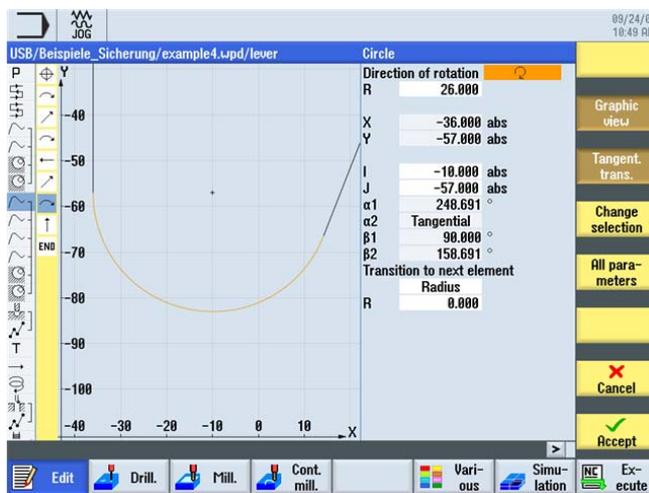


Figura 9-67 Adaptación del reborde

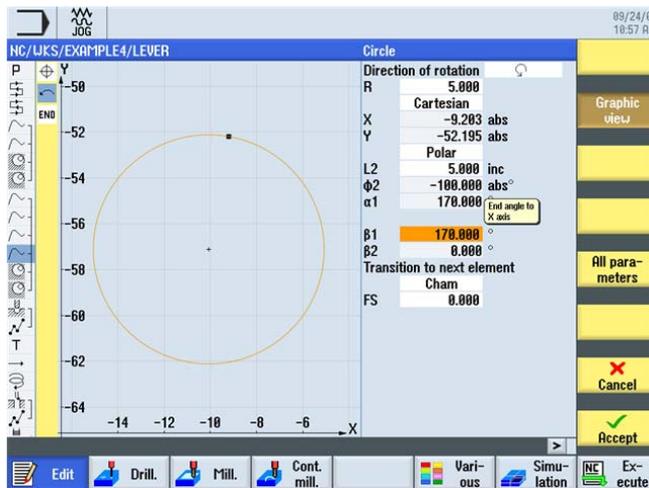


Figura 9-68 Adaptación de la isla circular

Una vez hecha correctamente la adaptación, la línea punteada tendrá el siguiente aspecto.

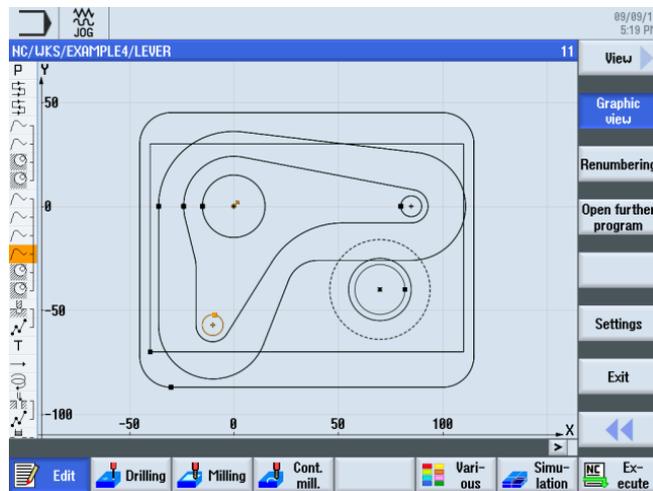


Figura 9-69 Línea punteada

Ejemplo 5: brida

10.1 Sinopsis

Objetivos didácticos

En este capítulo aprenderá a:

- crear un subprograma;
- poner en simetría pasos de trabajo;
- achaflanar cualquier contorno, y
- crear ranuras longitudinales y circulares.

Planteamiento

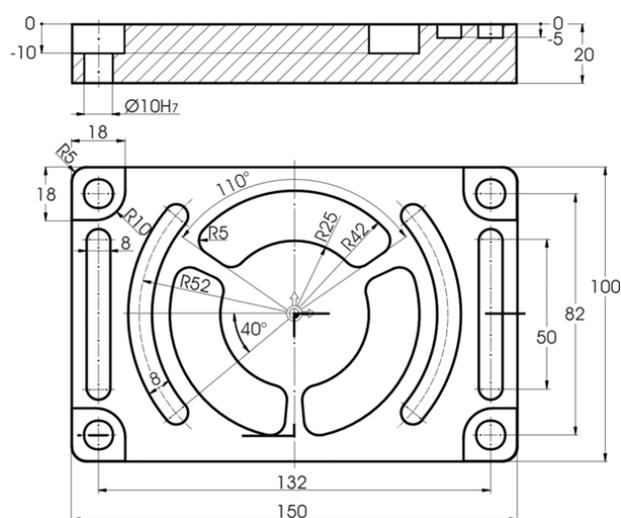


Figura 10-1 Dibujo de taller, ejemplo 5

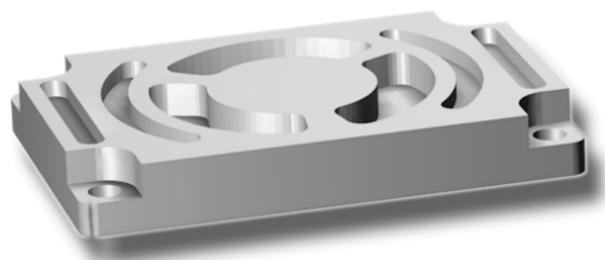


Figura 10-2 Pieza, ejemplo 5

Nota

En los ejemplos anteriores hemos explicado todos los pasos de trabajo y hemos mostrado casi todos los pulsadores de menú o teclas que tenía que presionar. En este ejemplo ya no se indicarán todos los datos que debe introducir, sino solo la información y los pulsadores de menú o teclas fundamentales.

10.2 Creación de un subprograma

Operaciones

Tomemos como ejemplo la creación y el funcionamiento de subprogramas en la pieza CORNER_MACHINING.

Los siguientes pasos permiten mecanizar las cuatro esquinas con la ayuda de un subprograma y la función "Simetría".

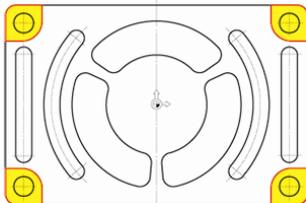


Figura 10-3 Contorno de las cuatro esquinas



Cree un programa secuencial nuevo con el nombre CORNER_MACHINING. Este programa se incorporará más adelante como subprograma.

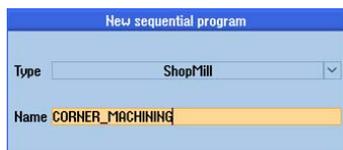


Figura 10-4 Creación de un subprograma

Introduzca los siguientes datos para la cabeza de programa. Las medidas de la pieza en bruto se definen más adelante de manera centralizada en el programa principal.

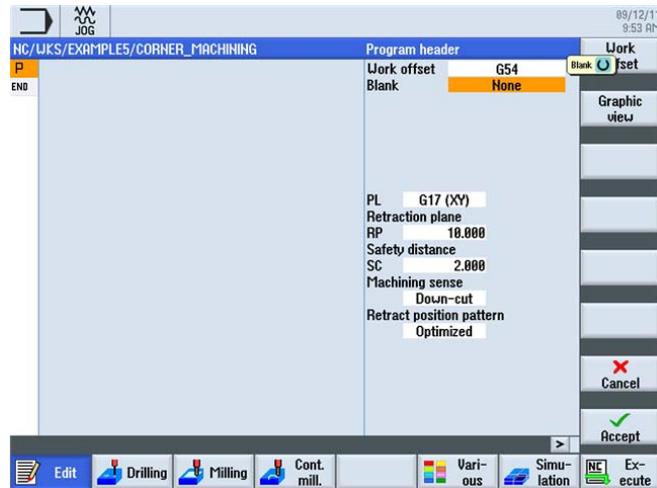


Figura 10-5 Introducción de la cabeza de programa del subprograma



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Fresad contor.**



Cree un contorno nuevo con el nombre CORNER_M_SURFACE .



Figura 10-6 Creación de un contorno

Fije el punto inicial. Se construye, p. ej., la esquina superior derecha.

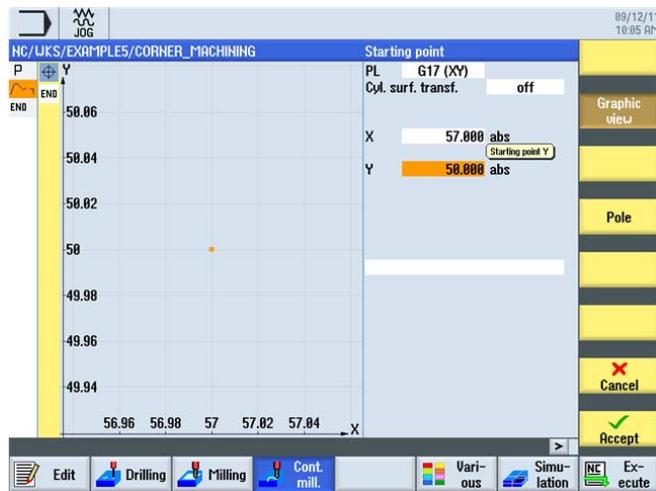


Figura 10-7 Introducción del punto inicial



Acepte los valores introducidos.

Cree el contorno. Después de introducir los dos elementos de contorno, la pantalla debería presentar el siguiente aspecto. Traslade el contorno al plan de trabajo.

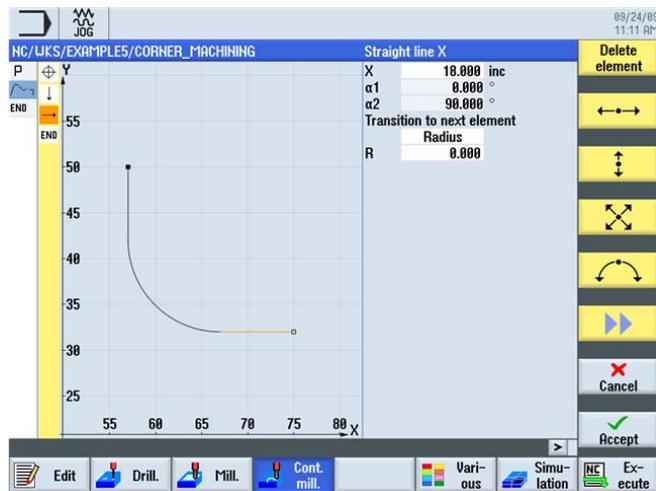


Figura 10-8 Subprograma, esquina de contorno superior derecha



El contorno debe desbastarse con la fresa de 20 (F 0,15 mm/diente y V 120 m/min).

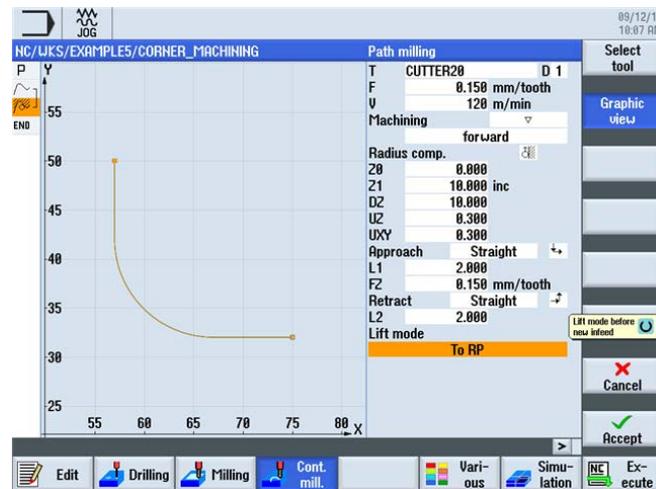


Figura 10-9 Desbaste de un contorno

Los trayectos de aproximación y de retirada se recorren aquí en una recta. Los valores de longitud son las distancias entre el borde de la fresa y la pieza.

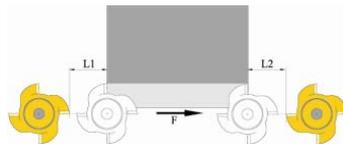


Figura 10-10 Trayectos de aproximación y de retirada en una recta



Acepte los valores introducidos.



El contorno debe acabarse con la misma fresa (F 0,08 mm/diente y V 150 m/min).

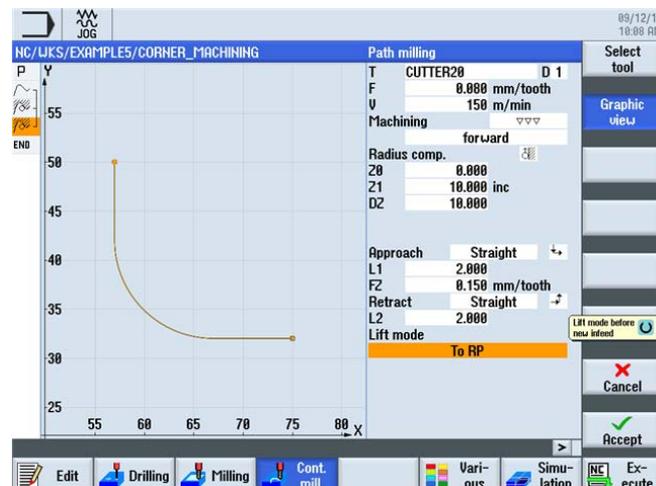


Figura 10-11 Acabado de contornos



Acepte los valores introducidos.

En los pasos siguientes debe redondearse con R5 la esquina del paralelepípedo de la pieza en bruto:



Seleccione el pulsador de menú **Fresad contor.**



Cree un contorno nuevo con el nombre CORNER_M_ARC .



Figura 10-12 Creación de un contorno

Fije el punto inicial.



Figura 10-13 Introducción del punto inicial



Acepte los valores introducidos.

A continuación introduzca el contorno y los pasos de trabajo correspondientes:

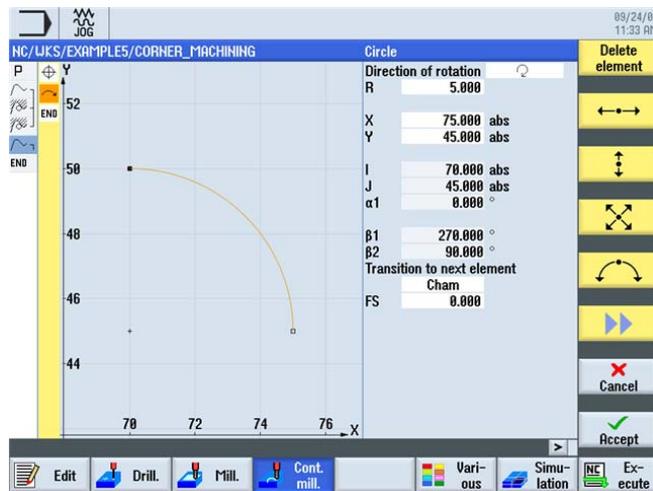


Figura 10-14 Introducción de la geometría

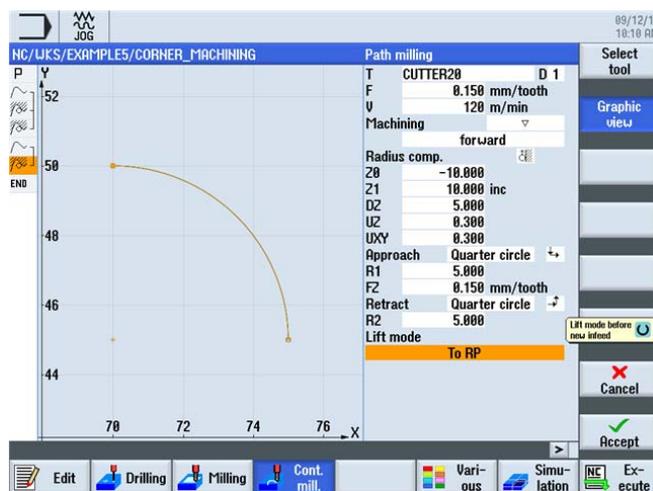


Figura 10-15 Desbaste de un contorno

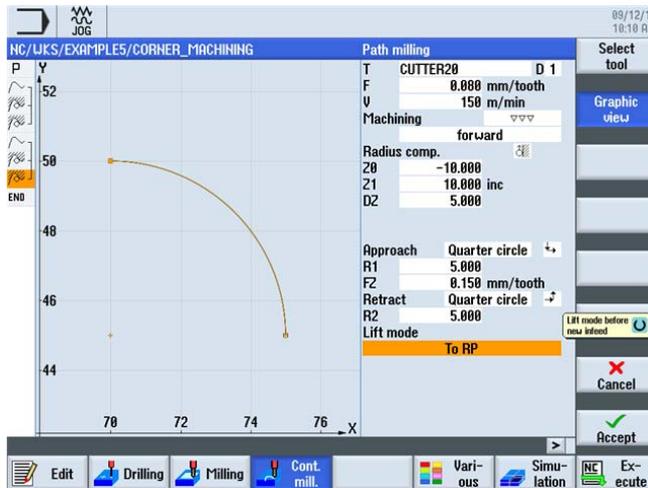


Figura 10-16 Acabado de contornos



Figura 10-17 Subprograma completo en el editor de pasos de trabajo

10.3 Simetría de pasos de trabajo

Planteamiento

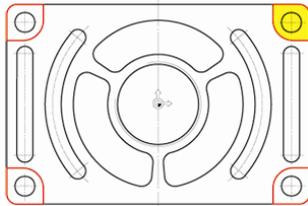
Después de haber terminado el subprograma debe crear el programa principal. La función "Simetría" del menú "Transformación" le permite utilizar el subprograma para las cuatro esquinas de la pieza.

Las simetrías pueden realizarse de dos formas diferentes:

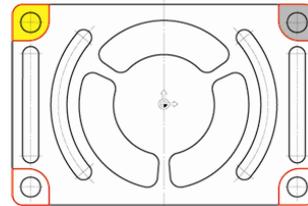
- Nuevo:
La simetría parte del lugar en el que se ha producido el primer mecanizado.
- Aditivo:
La simetría parte del último punto mecanizado.

El orden del mecanizado se representa esquemáticamente a continuación con el ajuste *Nuevo*:

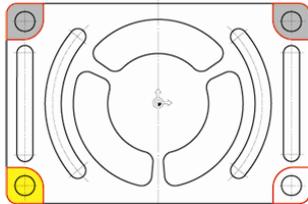
1. Mecanizado (ver subprograma)



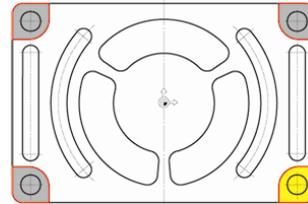
2. Mecanizado: simetría del eje X (en este caso se ponen en simetría los valores X)



3. Mecanizado: simetría de los ejes X e Y (en este caso se ponen en simetría los valores X e Y)



4. Mecanizado: simetría del eje Y (en este caso se ponen en simetría los valores Y)



Operaciones



Cree el programa principal con el nombre FLANGE .

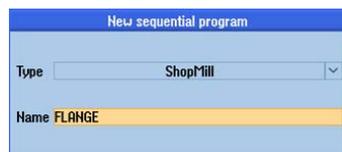


Figura 10-18 Creación del programa principal

Introduzca la cabeza de programa.

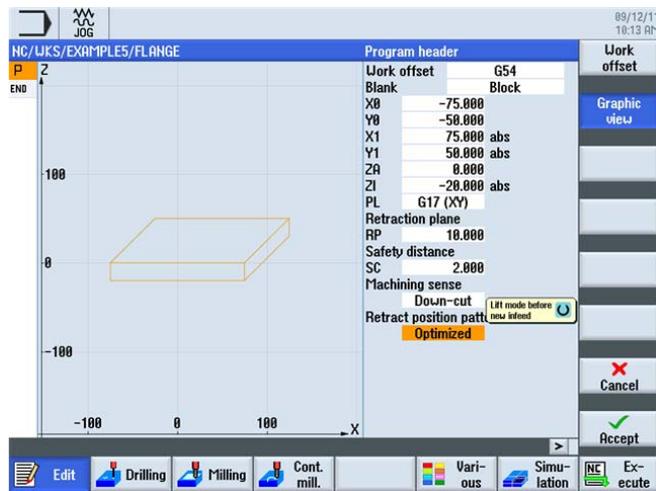


Figura 10-19 Introducción de la cabeza de programa del programa principal



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Otros**.



Inserte el subprograma en el programa principal.

Nota

Si ha creado el subprograma en el mismo directorio que el programa principal, puede dejar vacío el campo de entrada "Pieza/ruta".

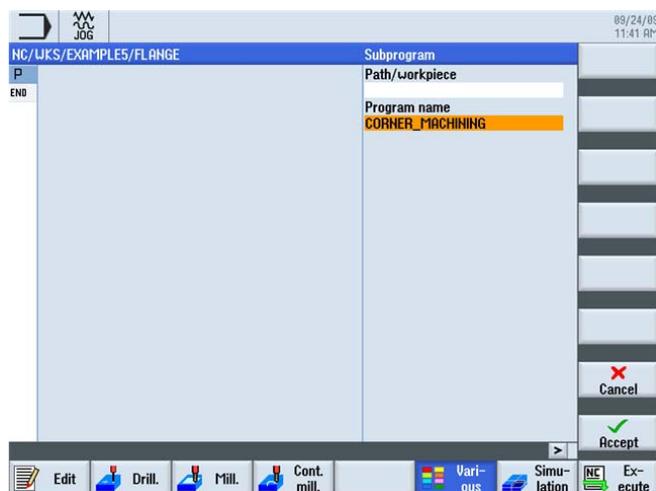


Figura 10-20 Inserción del subprograma



Acepte la entrada. Tras la confirmación, el programa de pasos de trabajo tendrá el siguiente aspecto.



Figura 10-21 Subprograma insertado en el programa principal



Con el pulsador de menú **Transformación** puede desplazar, rotar, etc. los ejes.



Preparación del segundo mecanizado: ponga en simetría los valores X.

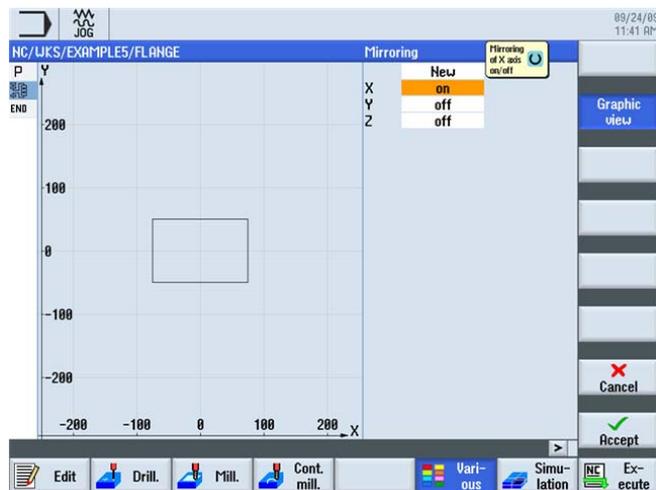


Figura 10-22 Simetría especular



Acepte la entrada.

Para poner en simetría los demás mecanizados, proceda de la siguiente manera:

Copie el subprograma detrás del paso de trabajo "Simetría". A continuación viene el segundo mecanizado.

Los procesos *Simetría* y *Llamada de subprograma* deben repetirse para las otras dos esquinas.

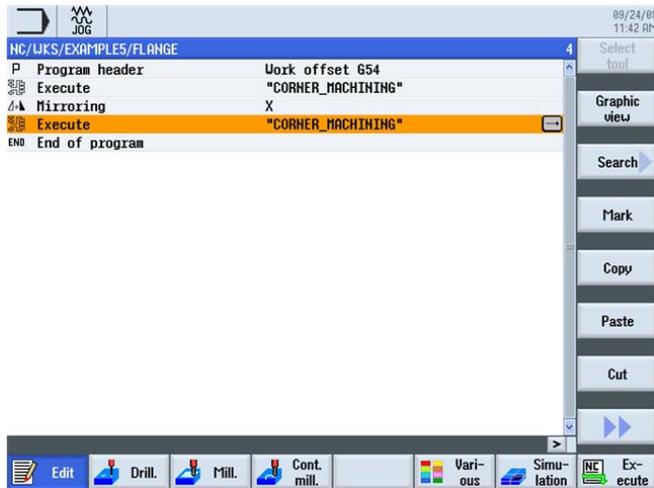


Figura 10-23 Copia del subprograma

La pantalla de ayuda ilustra este proceso. Después de haber introducido los 4 mecanizados debe desactivar la simetría en los tres ejes.

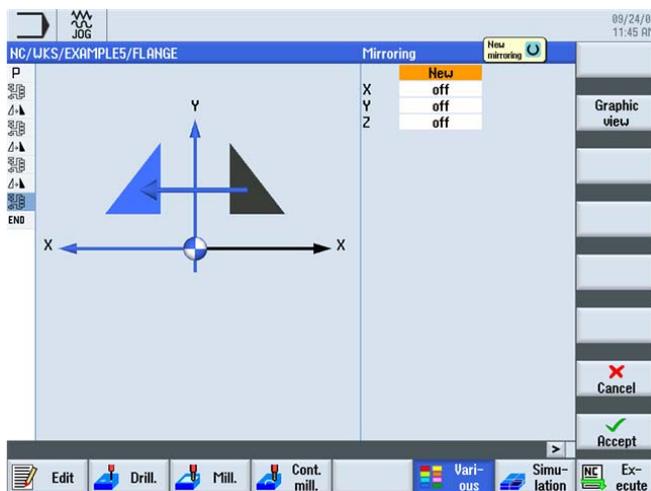


Figura 10-24 Simetría, pantalla de ayuda

Su programa de pasos de trabajo tendrá ahora el siguiente aspecto.

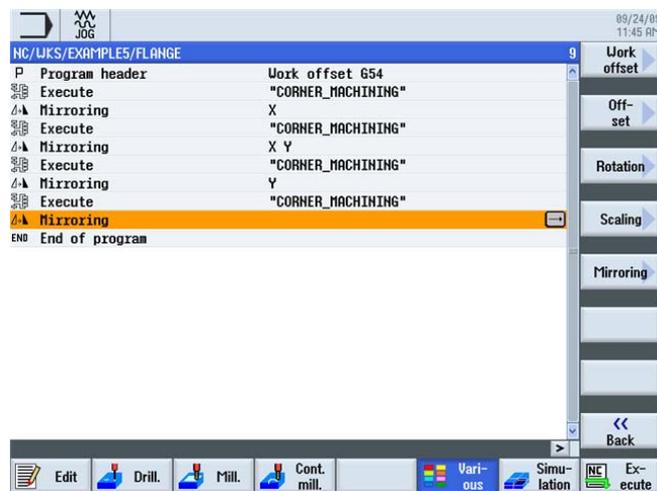


Figura 10-25 Simetría completa en el editor de pasos de trabajo

Revise el trabajo que ha realizado hasta ahora mediante la simulación.

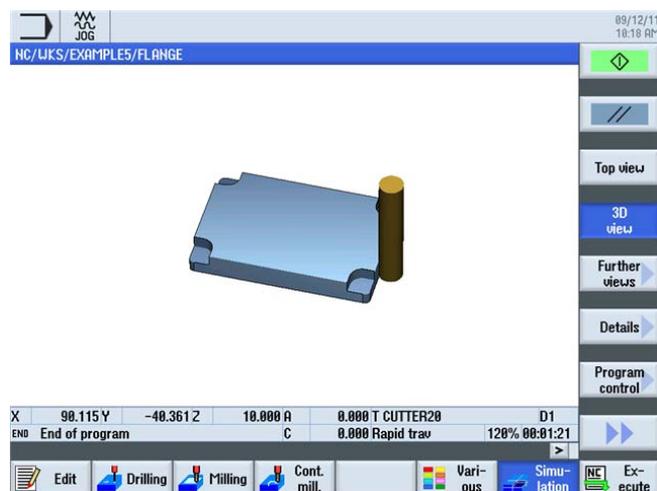


Figura 10-26 Simulación en vista 3D

10.4 Taladros

Operaciones

Siga estos pasos de trabajo para crear los cuatro taladros en las esquinas. Dado que entre los diferentes taladros hay un obstáculo, debe introducirlo entre las posiciones.

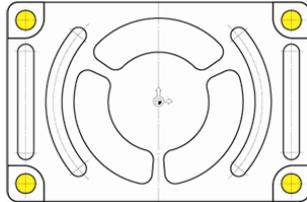


Figura 10-27 Taladros

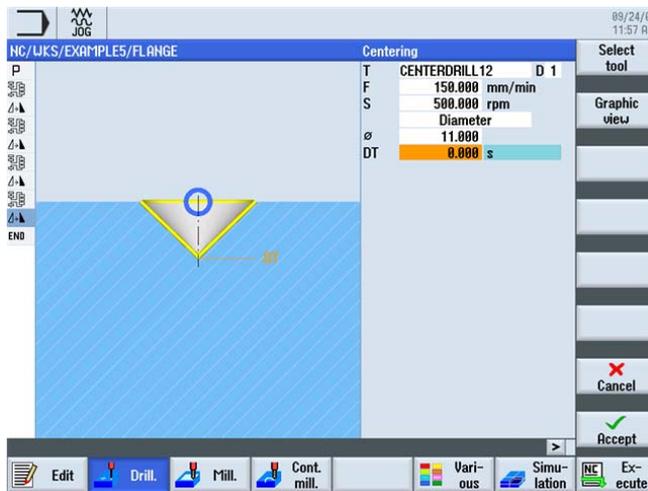


Figura 10-28 Punteado

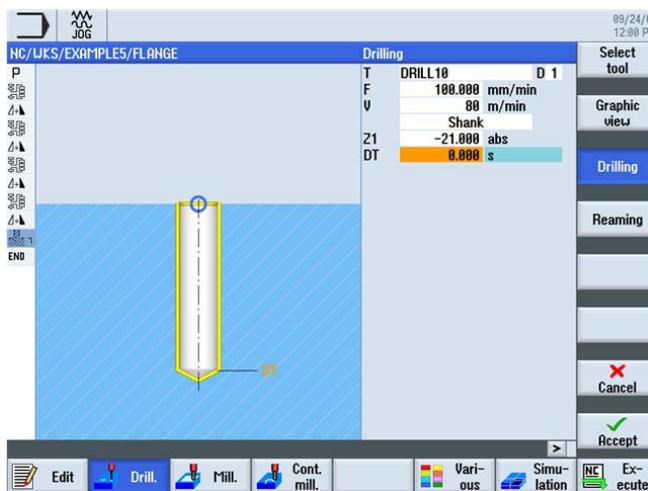


Figura 10-29 Taladrado

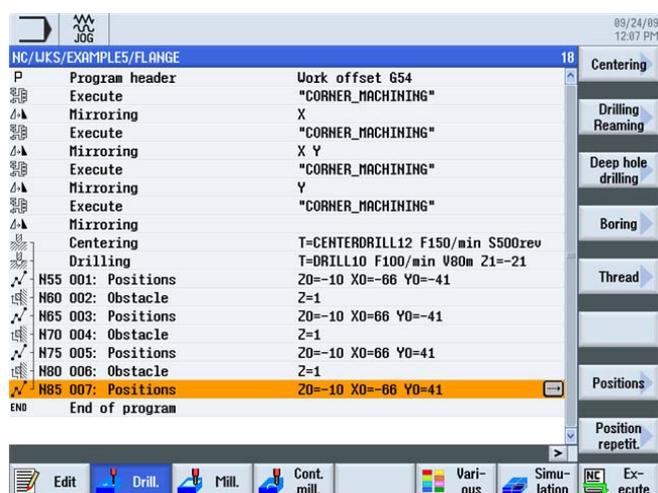


Figura 10-30 Introducción de las posiciones de los obstáculos

10.5 Rotación de cajas

Operaciones

Con los siguientes pasos se programan el contorno y el mecanizado para la caja resaltada en amarillo.

Rotando el sistema de coordenadas se crean a continuación las otras dos cajas.

Seleccione el pulsador de menú **Fresad contor.**



Cree un contorno nuevo con el nombre 'FLANGE_NODULE'.



Figura 10-31 Crear contorno nuevo

Fije el punto inicial.



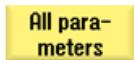
Figura 10-32 Introducción del punto inicial



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Arco**.



Seleccione el pulsador de menú **Todos los parámetros**.

El arco R42 se describe unívocamente, p. ej., mediante el radio, el centro en X y el ángulo de salida. Lleve a cabo la construcción en sentido antihorario para que la caja también pueda acabarse en el funcionamiento en concordancia.

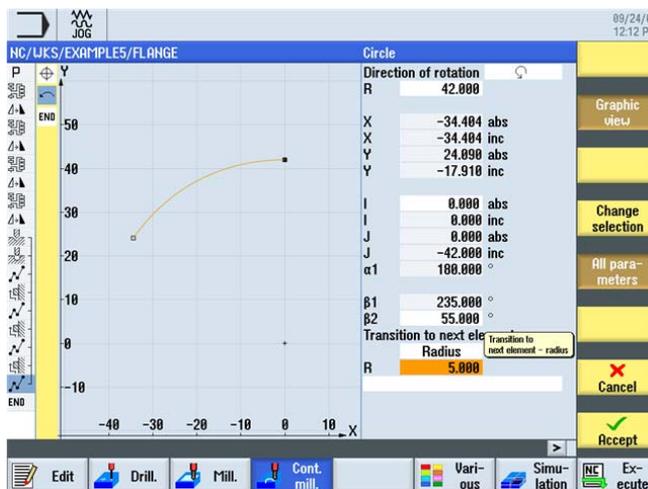


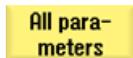
Figura 10-33 Introducción del arco



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Diagonal**.



Seleccione el pulsador de menú **Todos los parámetros**.

Cree el trayecto diagonal.

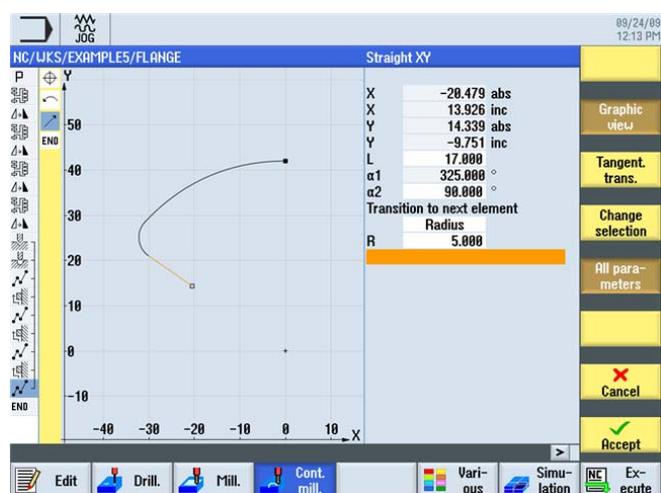
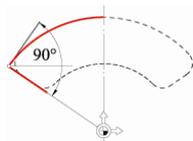


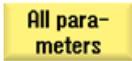
Figura 10-34 Introducción de la diagonal



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Arco**.



Seleccione el pulsador de menú **Todos los parámetros**.

Cree el segundo arco.



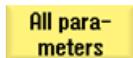
Figura 10-35 Introducción del arco



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Diagonal**.



Seleccione el pulsador de menú **Todos los parámetros**.

Cree el segundo trayecto diagonal.

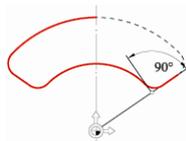


Figura 10-36 Introducción de la diagonal



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Arco**.

Cree el arco final.

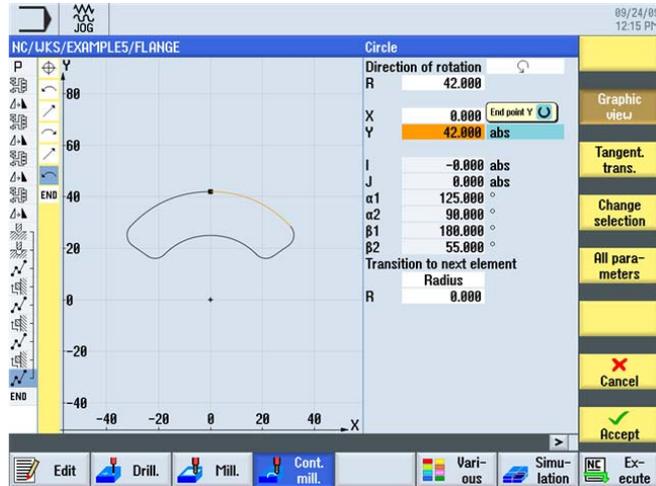


Figura 10-37 Introducción del arco final



Acepte los valores introducidos.



Traslade la caja de contorno al plan de trabajo.

Cree por su cuenta los siguientes pasos de trabajo:

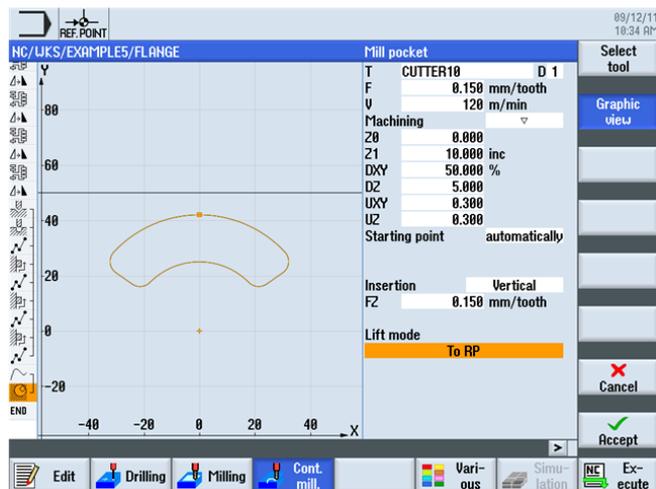


Figura 10-38 Desbaste de cajas

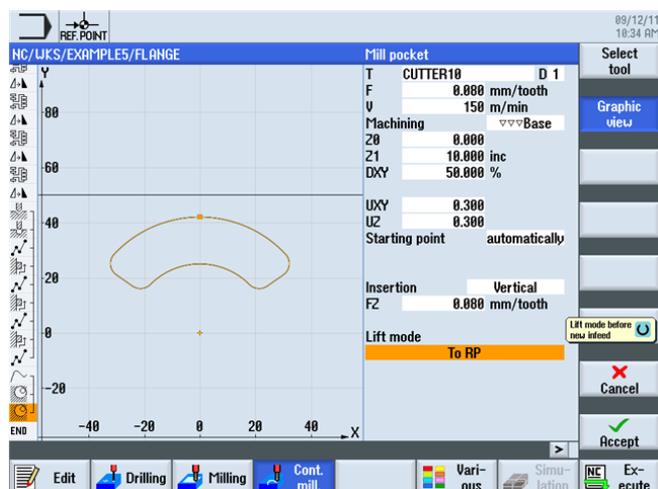


Figura 10-39 Acabado del fondo de la caja

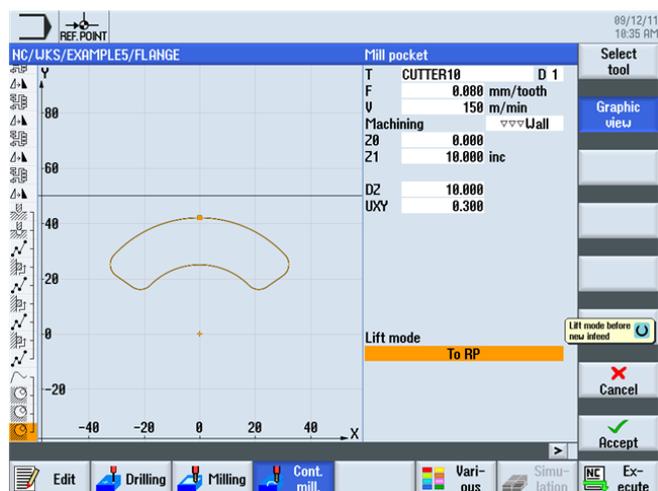


Figura 10-40 Acabado del borde de la caja

Los siguientes pasos le permiten copiar la cadena de pasos de trabajo creada para el mecanizado de las tres cajas:

Mark

Marque ahora en el editor de pasos de trabajo la cadena de pasos de trabajo completa para la descripción del mecanizado de las cajas.



Copie la cadena de pasos de trabajo en la memoria intermedia.

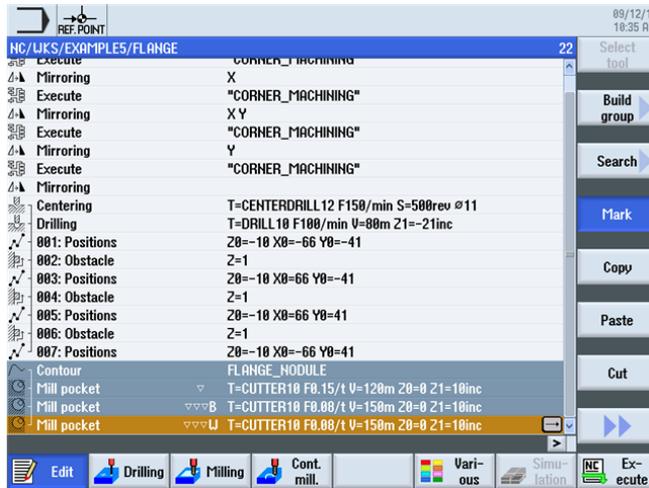


Figura 10-41 Copia de los pasos de trabajo



Seleccione el pulsador de menú **Otros**.



Seleccione el pulsador de menú **Transformaciones**.



El sistema de coordenadas se gira 120° alrededor del eje Z.

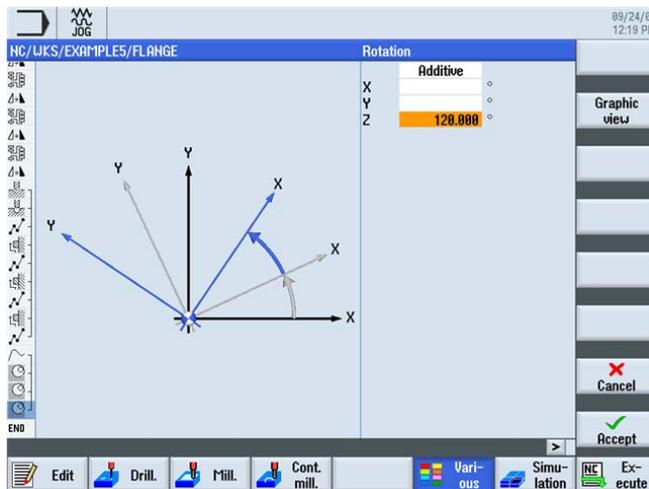


Figura 10-42 Rotación alrededor del eje Z



Acepte la entrada.

Paste

Pegue los pasos de trabajo copiados.

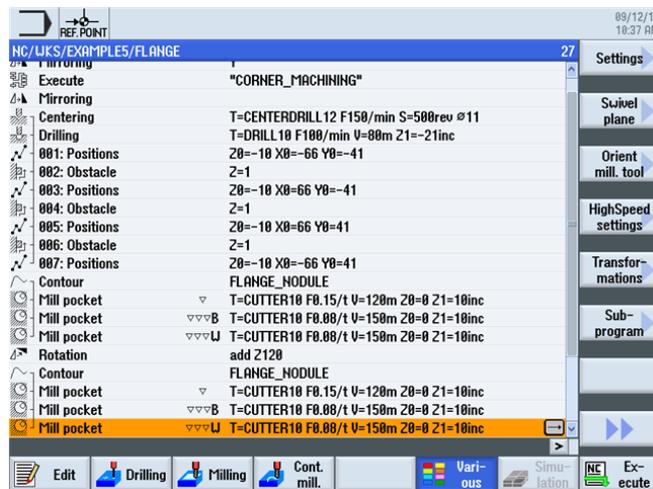


Figura 10-43 Inserción de los pasos de trabajo copiados

Transformations

Seleccione el pulsador de menú **Transformaciones**.

Rotation

Indique otro giro de 120°.

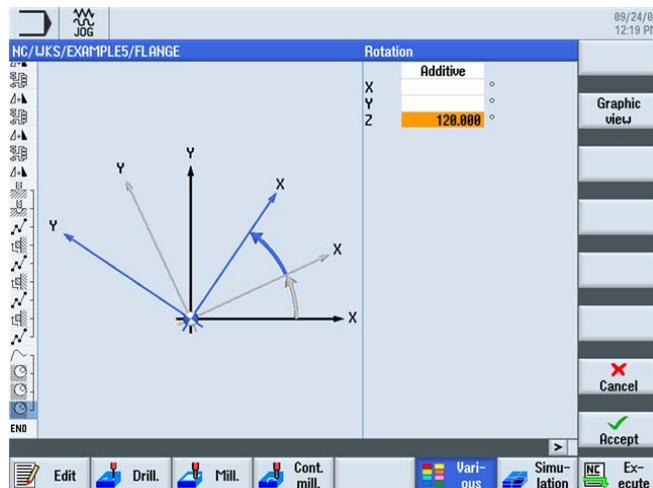


Figura 10-44 Rotación alrededor del eje Z

Accept

Acepte la entrada.



Pegue los pasos de trabajo copiados.

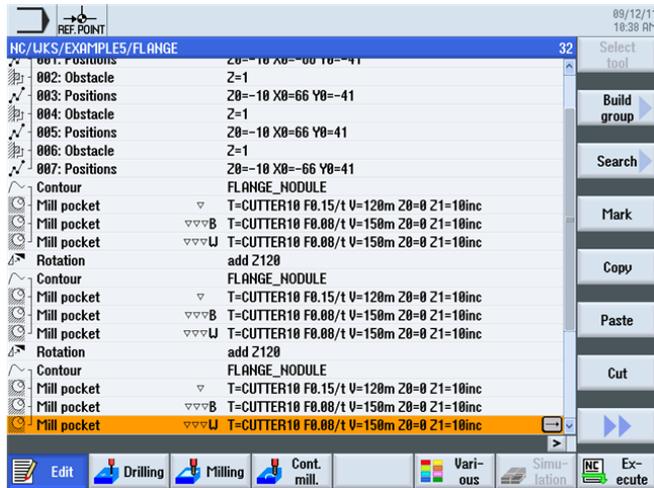


Figura 10-45 Inserción de los pasos de trabajo copiados



Anule el giro con la opción *Nuevo* y el valor 0°.

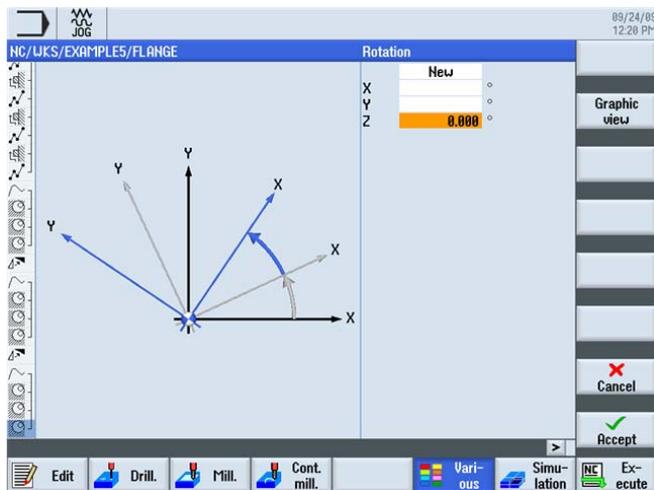


Figura 10-46 Anulación del giro



Acepte la entrada.

10.6 Achaflanado de contornos

Operaciones

Achaflane por su cuenta la última caja circular fresada.

Para el achaflanado necesita un tipo de herramienta que permita la introducción de un ángulo de punta, en el ejemplo, CENTERDRILL12.

Loc.	Type	Tool name	ST	D	Length	∅	Tip angle	⏏	↺	↻
1	↓	CUTTER60	1	1	110.000	60.000	6	↺	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	↓	CUTTER16	1	1	110.000	16.000	4	↺	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	↓	CENTERDRILL12	1	1	120.000	12.000	90.0	↺	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 10-47 Broca de puntear

Seleccione para el mecanizado la opción *Achaflanado*. El mecanizado del chaflán se programa por medio del ancho de chaflán (FS) y la profundidad de penetración de la punta de la herramienta (ZFS).

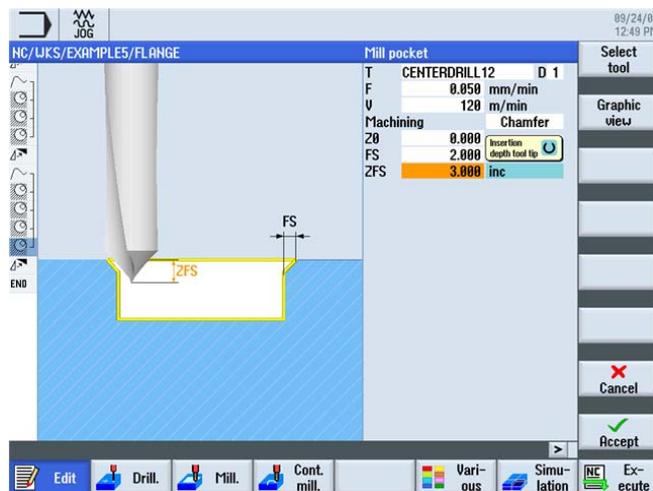


Figura 10-48 Achaflanado

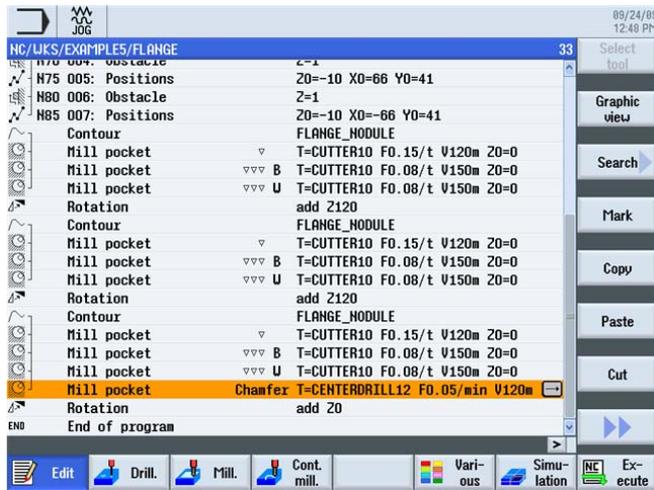


Figura 10-49 Operación "Achaflanado" en el editor de pasos de trabajo

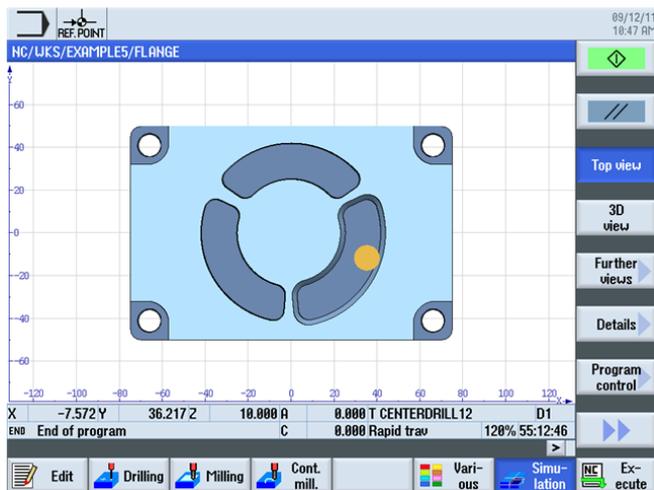


Figura 10-50 Contorno achaflanado en vista en planta

10.7 Ranura longitudinal y ranura circular

Operaciones

A continuación programe las ranuras. Estas se colocan en el lugar correcto mediante *Patrón posiciones* y posicionamiento en *Círculo*.

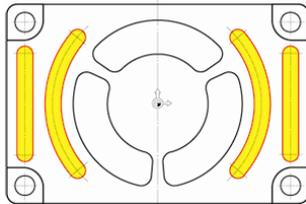


Figura 10-51 Ranuras longitudinales y circulares



Seleccione el pulsador de menú **Fresar**.

Slot

Seleccione el pulsador de menú **Ranura**.

Select tool

Utilice para el desbaste de las ranuras longitudinales la herramienta CUTTER6 (F 0,08 mm/diente y V 120 m/min).

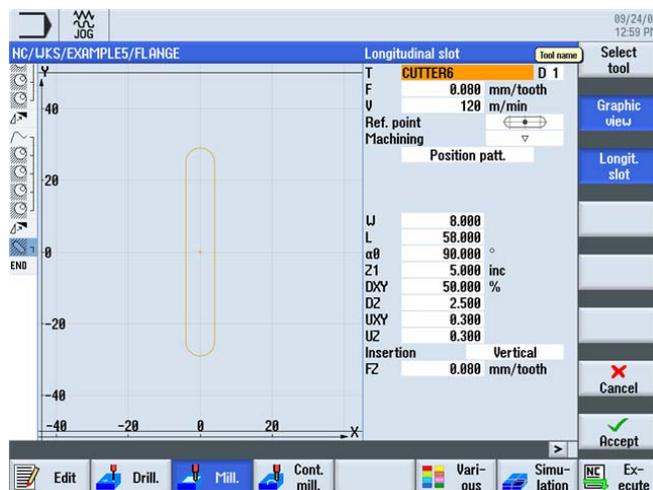


Figura 10-52 Desbaste de una ranura longitudinal



Acepte los valores introducidos.



Utilice para el acabado la misma herramienta (F 0,05 mm/diente y V 150 m/min).

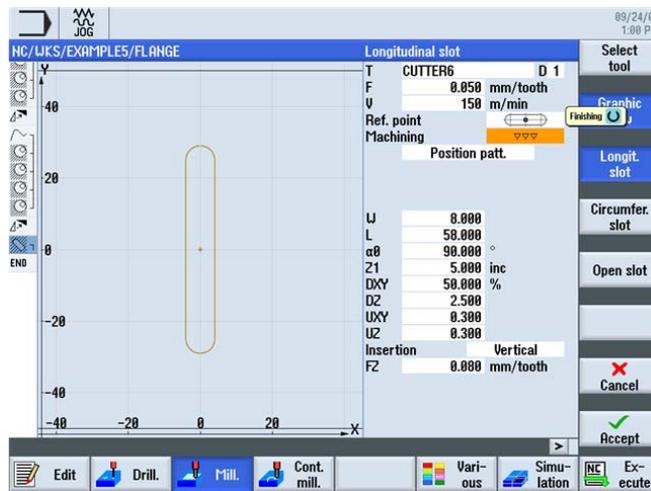


Figura 10-53 Acabado de una ranura longitudinal



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Taladrar**.



A continuación, introduzca las posiciones de las ranuras longitudinales. El punto de referencia está en el centro de la ranura.

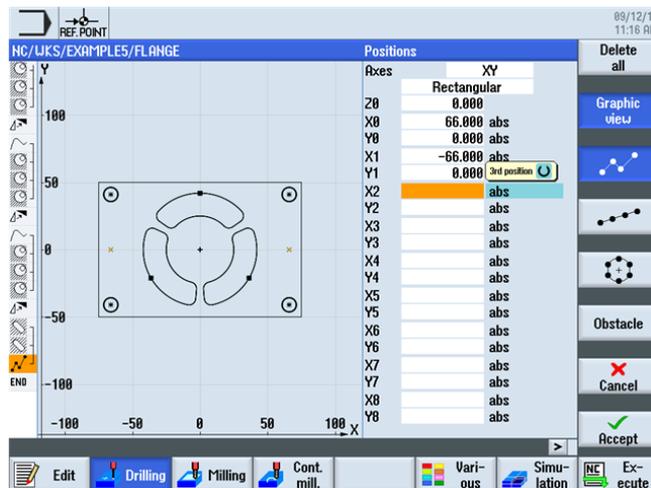


Figura 10-54 Introducción de las posiciones de la ranura longitudinal



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Fresar**.



Seleccione el pulsador de menú **Ranura**.



Desbaste las ranuras circulares con la herramienta CUTTER6 (F 0,08 mm/diente, FZ 0,08 mm/diente y V 120 m/min).

Con la opción *Círculo*, las ranuras circulares se posicionan automáticamente con la misma distancia

entre sí. El punto de referencia en X/Y/Z se refiere al centro de las ranuras circulares.

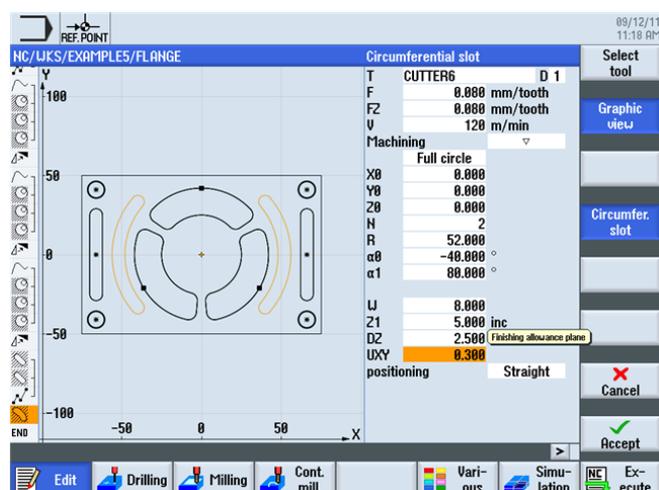


Figura 10-55 Desbaste de una ranura circular



Acepte los valores introducidos.



Seleccione el pulsador de menú **Ranura**.

Circumfer. slot

Utilice para el acabado la misma herramienta (F 0,05 mm/diente, FZ 0,05 mm/diente y V 150 m/min).

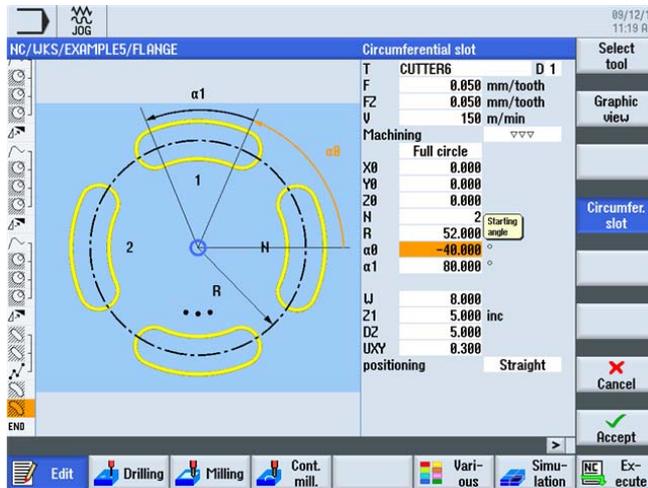


Figura 10-56 Acabado de una ranura circular

Accept

Acepte los valores introducidos.

Plan de trabajo

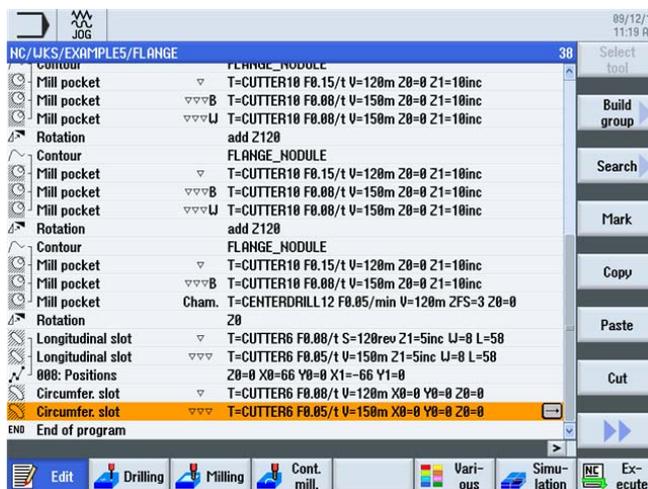


Figura 10-57 Detalle del plan de trabajo

Línea punteada

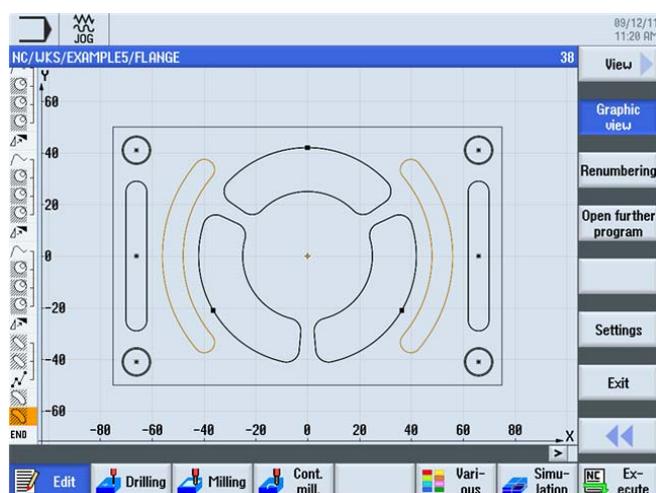


Figura 10-58 Línea punteada

Simulación en vista 3D

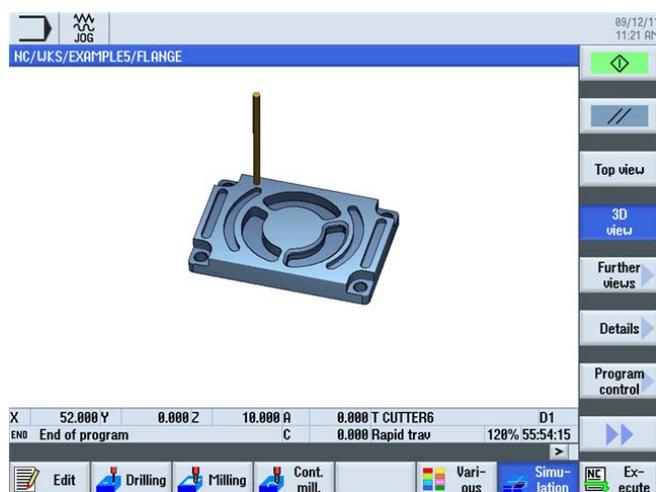


Figura 10-59 Vista en 3D

Ejemplo 5: brida

10.7 Ranura longitudinal y ranura circular

Y ahora, la fabricación

Después de haber adquirido unos conocimientos sólidos sobre la creación de planes de trabajo en ShopMill mediante los ejemplos, le toca el turno a la fabricación de las piezas.

Para la fabricación son necesarios los pasos descritos a continuación:

Búsqueda del punto de referencia

Tras la conexión del control debe aproximarse manualmente al punto de referencia de la máquina antes de comenzar los planes de trabajo o de iniciar el procedimiento. De esta manera, ShopMill encontrará el inicio de contador en el sistema de medida de desplazamiento de la máquina.

Dado que la aproximación al punto de referencia varía en función del tipo de máquina y el fabricante, solo pueden darse a este respecto algunas advertencias generales:

1. En caso necesario, coloque la herramienta en un punto libre de la zona de trabajo desde donde pueda realizarse el desplazamiento en todas direcciones sin riesgo de colisión. Al hacerlo, asegúrese de que la herramienta no esté ya detrás del punto de referencia del eje correspondiente (dado que la aproximación al punto de referencia por eje se realiza solo en una dirección, no sería posible alcanzar este punto en caso contrario).
2. Realice la aproximación al punto de referencia siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante de la máquina.

Sujeción de la pieza

Para que la fabricación sea precisa y, por supuesto, también para garantizar su seguridad, es necesario que la pieza esté bien sujeta. Para ello se utilizan normalmente tornillos de banco para la máquina o hierros de sujeción.

Ajustar el origen de la pieza

Dado que ShopMill no puede adivinar dónde se encuentra la pieza dentro de la zona de trabajo, es preciso determinar el origen de la pieza.

En el plano, el origen de la pieza suele establecerse:

- con el palpador 3D o
- con el detector de borde

mediante contacto.

En el eje de herramienta, el origen de la pieza suele establecerse:

- con el palpador 3D mediante contacto o
- con una herramienta mediante aproximación por contacto.

Nota

Al utilizar los instrumentos y los ciclos de medición tenga en cuenta las indicaciones del fabricante.

Ejecución del plan de trabajo

La máquina ya está preparada, la pieza está ajustada y las herramientas están medidas. Ya podemos empezar:

En primer lugar, seleccione en el gestor de programas el programa que desea utilizar, p. ej. INJECTION_FORM.

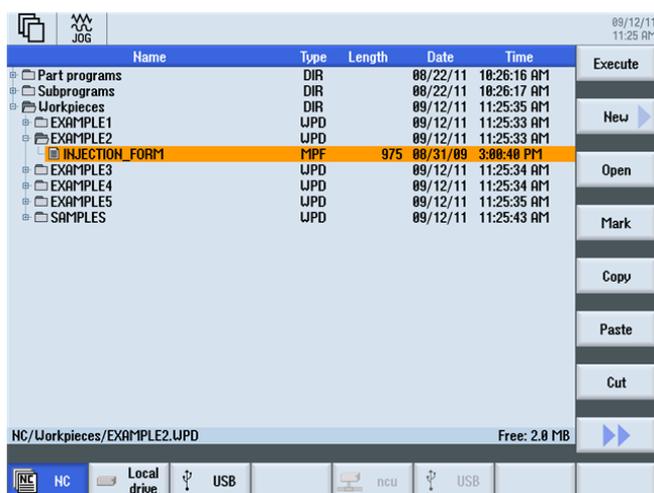


Figura 11-1 Selección del programa



Abra el programa.

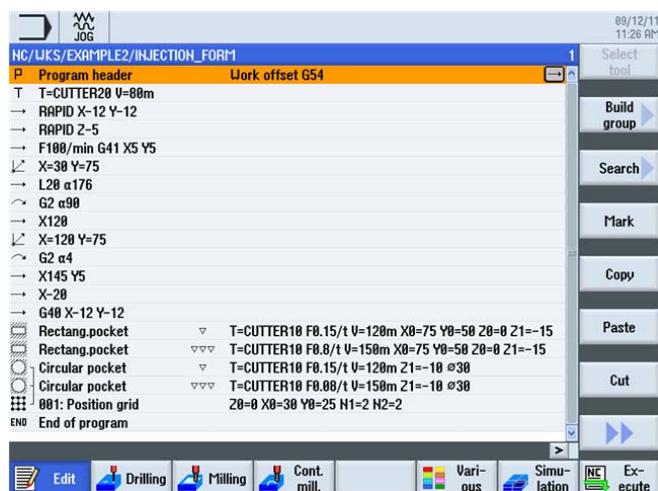


Figura 11-2 Apertura del plan de trabajo



Seleccione el pulsador de menú **CN Selección**.

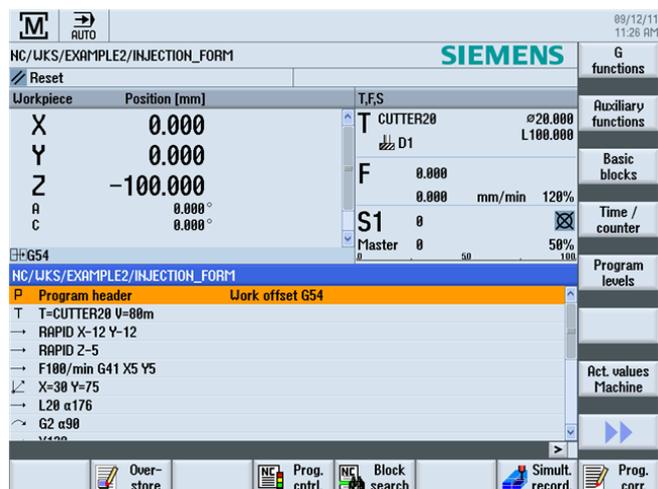
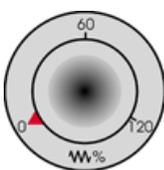


Figura 11-3 Ejecución



Dado que el plan de trabajo aún no se ha iniciado de manera controlada, ajuste el potenciómetro de avance en la posición de origen para tenerlo todo "bajo control" desde el principio.



Si desea ver también una simulación durante la fabricación, debe seleccionar el pulsador de menú **Dibujar** antes del inicio. Solo entonces se mostrarán también todos los trayectos y sus efectos.



Empiece la fabricación y controle la velocidad de los movimientos de la herramienta con el potenciómetro de avance.

¿Cuánto sabe sobre ShopMill?

12.1 Introducción

Los siguientes 4 ejercicios son la base para su evaluación personal acerca del trabajo con ShopMill. Como ayuda se muestra en cada caso un plan de trabajo posible. Los tiempos mencionados se basan en el procedimiento conforme a dicho plan de trabajo. Tenga en cuenta los tiempos citados como indicación general para su respuesta a la pregunta anterior.

12.2 Ejercicio 1

¿Puede conseguir esto con ShopMill en 15 minutos?

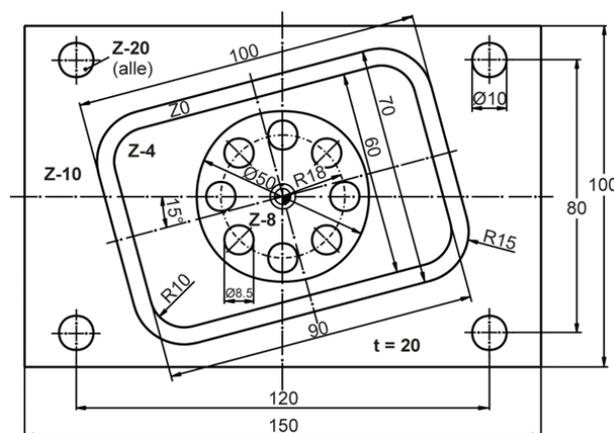


Figura 12-1 Dibujo de taller DIYS1

Notas

La caja rectangular girada ha sido construida en este caso en el sistema de coordenadas original. El punto inicial está primero en el origen. Le sigue una línea auxiliar a 15° hasta el borde de la caja. Las coordenadas de este punto final constituyen el punto inicial para la auténtica construcción. La recta auxiliar debe borrarse.

ShopMill permite seguir también otros caminos hasta el destino, p. ej. con la función "Rotación" o con el ciclo "Saliente rectangular". Compruebe cuál es la forma más rápida de llegar hasta el destino y con qué procedimiento se consigue el tiempo de fabricación más corto.

Modelo de solución

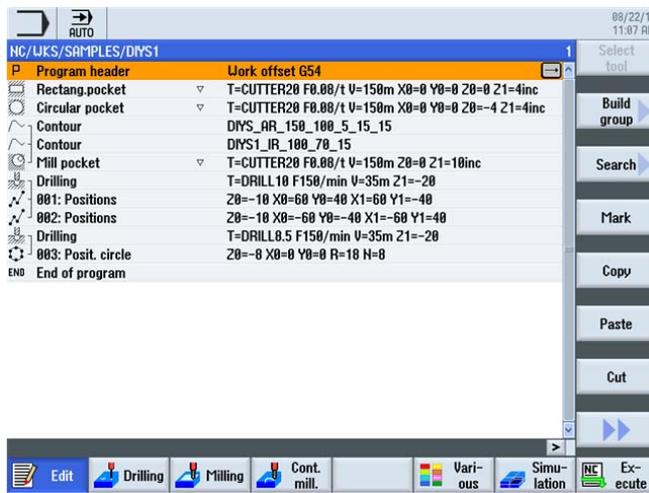


Figura 12-2 Plan de trabajo

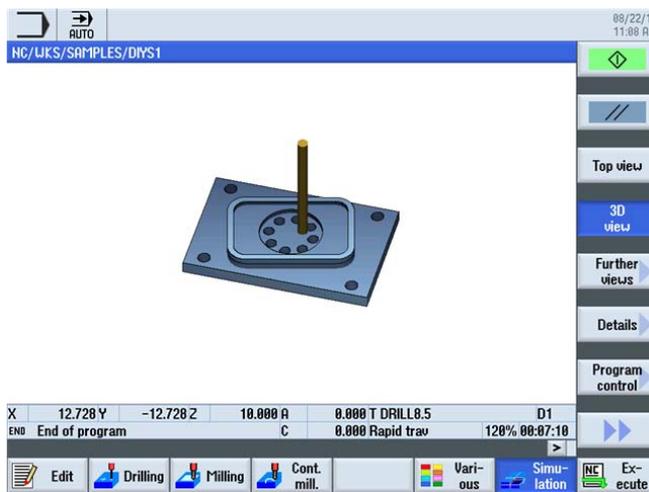


Figura 12-3 Simulación de pieza

12.3 Ejercicio 2

¿Puede conseguir esto con ShopMill en 20 minutos?

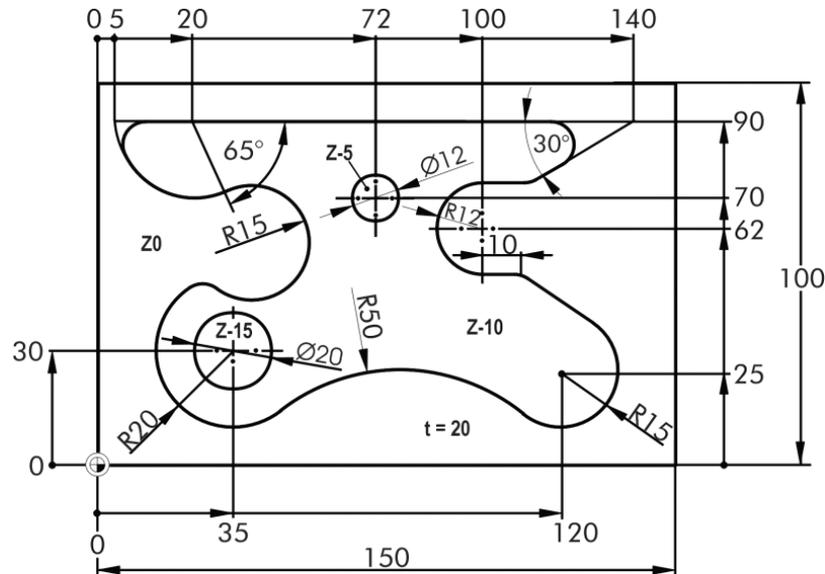


Figura 12-4 Dibujo de taller COMPLEX_POCKET

Notas

Aunque parezca complejo, este contorno no supone ningún problema con ShopMill. Y el arranque de virutas automático del material sobrante puede utilizarse en este caso de forma óptima. Compare los tiempos de fabricación si lo vaciara todo con la FRESA10.

Observaciones sobre el contorno:

- Construya el contorno en sentido antihorario.
- El ángulo en vértice del arco superior izquierdo es de 115° .

Modelo de solución

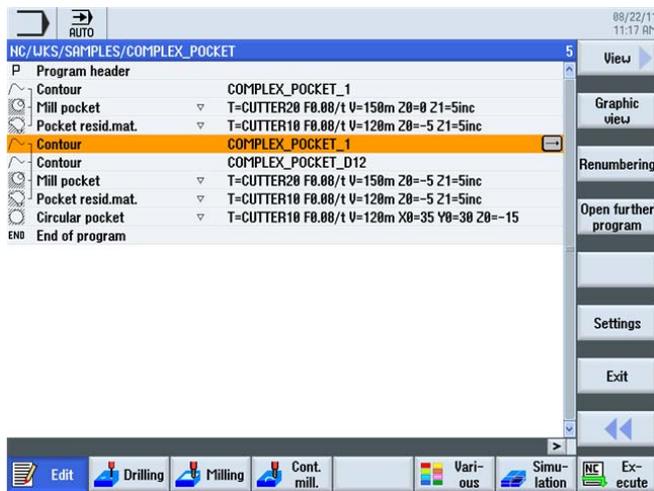


Figura 12-5 Plan de trabajo

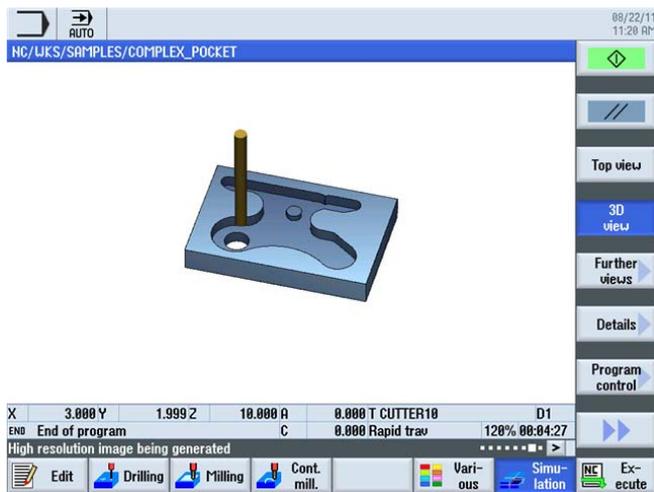


Figura 12-6 Simulación de pieza

12.4 Ejercicio 3

¿Puede conseguir esto con ShopMill en 30 minutos?

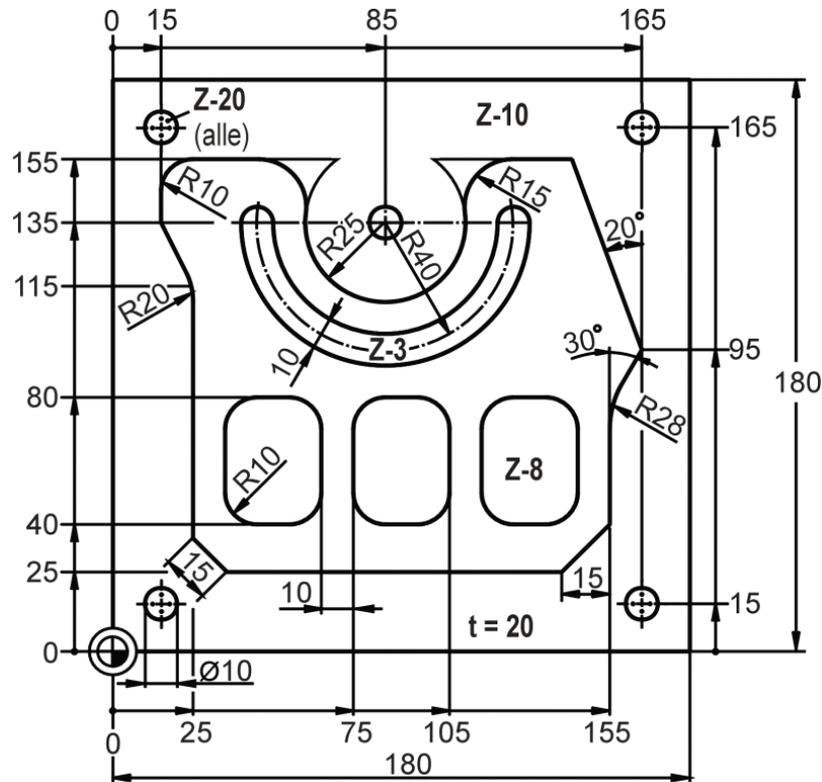


Figura 12-7 Dibujo de taller PLATE

Notas

En este modelo de plan de trabajo, primero se ha fresado previamente de forma somera la superficie alrededor de la isla con el ciclo "Saliente rectangular" del menú "Fresar". El rectángulo descrito en este ciclo se alcanza de forma circular y llega hasta el contorno que limita con el punto descrito mediante la longitud y el ángulo de giro. El rectángulo se rodea por completo una vez y vuelve a abandonarse circularmente en el mismo punto. El radio de aproximación y el radio de retirada se obtienen a partir de la geometría del saliente restante.

Modelo de solución

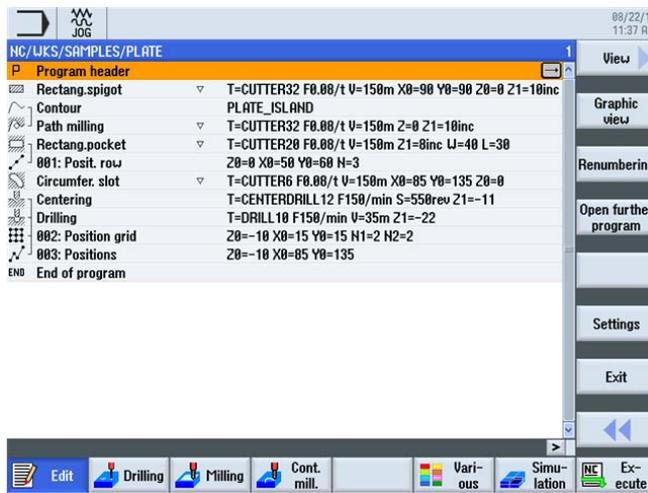


Figura 12-8 Plan de trabajo

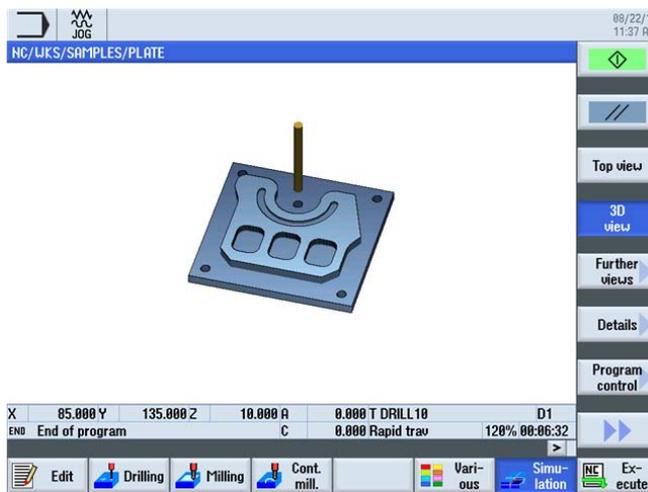


Figura 12-9 Simulación de pieza

12.5 Ejercicio 4

¿Puede conseguir esto con ShopMill en 30 minutos?

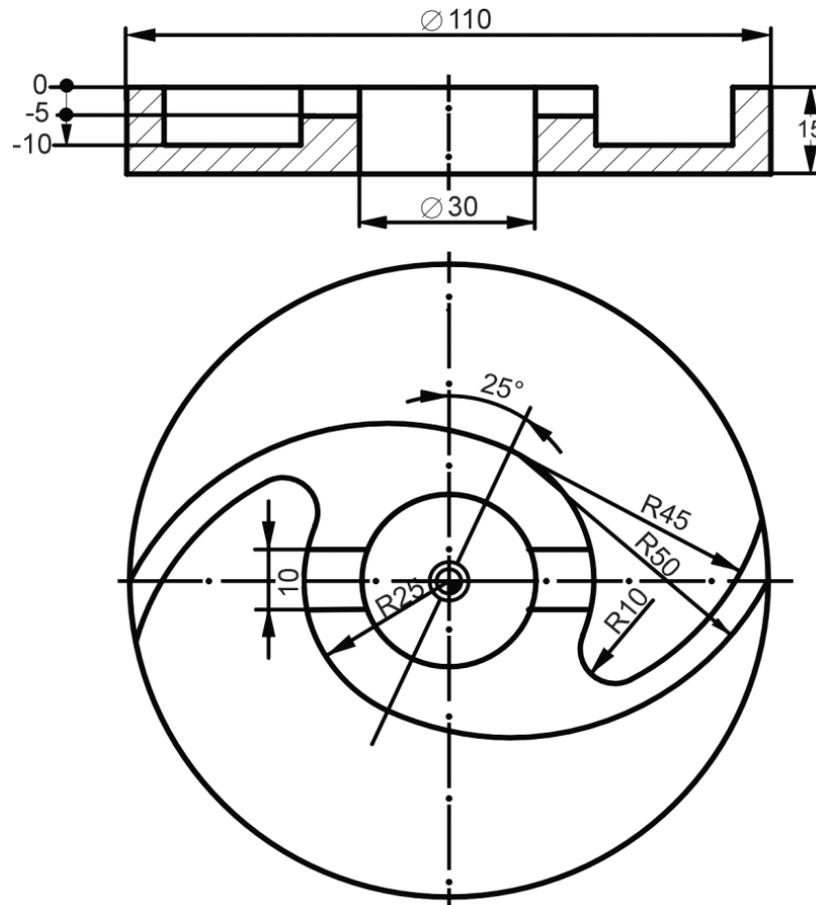


Figura 12-10 Dibujo de taller WING

Notas

En este modelo de plan de trabajo se ha fresado el contorno exterior circular con la ayuda del ciclo "Saliente circular". El funcionamiento coincide en principio con el del saliente rectangular (ver el modelo de plan de trabajo del ejercicio 3). El centro común de los dos arcos R45 y R50 (= punto inicial para la construcción real) se determina polarmente (25 mm por debajo de 65° en relación con el punto polar en X0/Y0).

A partir de la versión de software V6.4, el menú "Fresar" dispone también de un ciclo llamado "Grabar" que puede utilizarse de manera flexible.

Modelo de solución

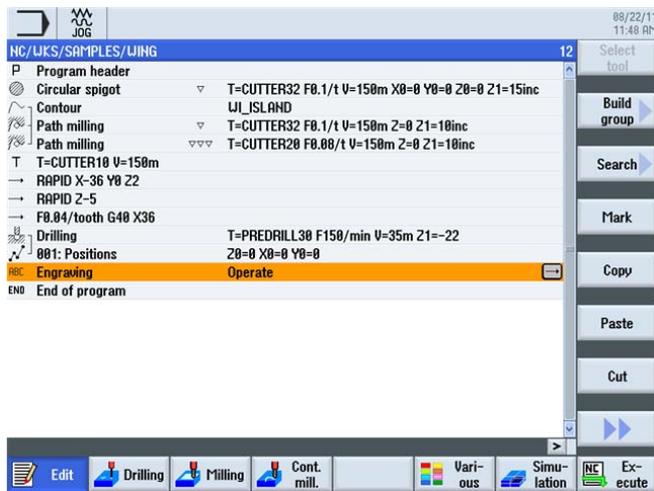


Figura 12-11 Plan de trabajo

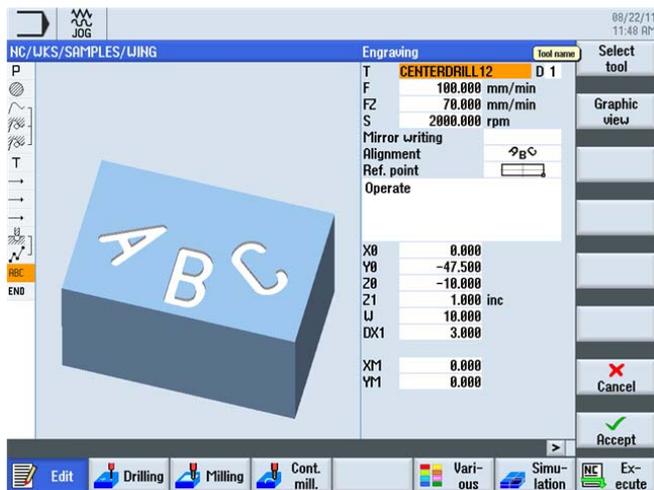


Figura 12-12 Introducción de grabado

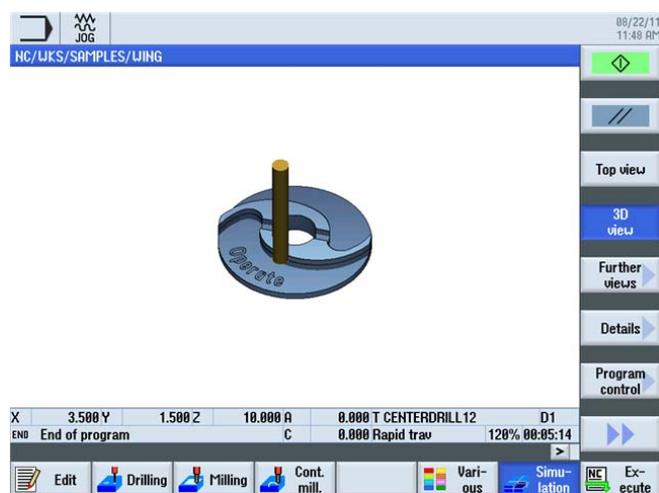


Figura 12-13 Simulación de pieza

Índice

A

Acabado del fondo, 114
Aceptar diálogo, 108
Ajustes en el editor de pasos de trabajo, 157
Alarmas, 30
Ángulo polar, 81, 82
Aproximación y retirada, 103, 177
Avance por diente, 12, 43
Avisos, 30

B

Broca CN, 41
Broca helicoidal, 41
Broca maciza, 42

C

Cabeza de programa, 60
Caja auxiliar, 131, 145
Calculadora de contornos, 13
Calibrar palpador, 56
Cargar almacén, 50
Cerrar contorno, 111
Concatenación, 27
Coordenadas polares, 167
Corrección del radio
 A la derecha del contorno, 68
 A la izquierda del contorno, 68
 Desactivada, 68
Cortar, 17
Creación de un plan de trabajo, 80
Creces para acabado, 114
Cuaderno de tablas, 42, 43

D

Decalajes de origen, 25
Desplazar al punto inicial, 80
Dibujar, 208
Directorio, 59
Distancia de seguridad, 61

E

Editor de pasos de trabajo
 Buscar, 157
 Copiar, 157
 Cortar, 157
 Marcar, 157
 menú anterior, 157
 Pegar, 157
 Visualización gráfica, 157
Ejes de herramienta, 31
Elemento de transición, 100
Elemento principal, 138
En concordancia, 61
Entrada absoluta, 34
Entrada incremental, 34
Error de contorno, 72

F

Fabricación, 205
Fresa cilíndrica frontal, 40
Fresa de cajear, 41
Fresa frontal helicoidal, 40
Fresa para planear, 40
Fresas, 38
Fundamentos del manejo, 19

G

Gestión de programas, 59
Gestor de programas, 59
Gestor de programas, 59

H

Herramientas de taladrado, 38
Herramientas para los ejemplos, 49

I

Icono de acabado, 92
Icono de desbaste, 90

- L**
- Levantar, 163
 - Línea punteada, 149, 157
 - Línea recta, 84
 - Lista de almacenes, 48
 - Lista de desgaste de herramientas, 47
 - Lista de herramientas, 46
 - Lista de pasos de trabajo, 66
- M**
- Material sobrante, 16, 113
 - Materiales de filo, 38
 - Medir pieza, 52
 - Menú inicial, 21
 - Movimientos circulares, 37
 - Movimientos rectilíneos, 35
- O**
- Obstáculos, 122
 - Origen de máquina, 33
 - Origen de pieza, 33
 - Otros, 182
- P**
- Pantalla base, 58
 - Patrón de posiciones, 13
 - Pegar, 17
 - Penetración
 - Helicoidal, 93
 - Oscilante, 93
 - Vertical, 93
 - Plan de trabajo gráfico, 12
 - Plano de retirada, 61
 - Planos de trabajo, 31
 - Polo, 81
 - Posicionar, 72
 - Posiciones, 70
 - Potenciómetro, 207
 - Profundidad de corte, 75
 - Profundidad de mecanizado, 103
 - Profundidad inicial, 103
 - Pulsadores de menú, 20
 - Puntear, 120
 - Punto de referencia, 33
 - Puntos en la zona de trabajo, 33
- R**
- Radio, 101
 - Reborde, 145
 - Recubrimientos, 39
 - Redondeo, 101
 - Referencia de profundidad, 76
 - Renumeración en el editor de pasos de trabajo, 157
 - Retirada del patrón de posiciones
 - Al plano de retirada, 62
 - Retirada optimizada, 62
 - Rosca, 75
- S**
- Selección de diálogo, 108
 - Simulación, 27, 67
 - Corte activo, 96
 - Vista en 3D, 185
 - Vista en planta, 125
 - Subprograma, 174
- T**
- Taladrado, 120
 - Tangente con el elemento anterior, 108
 - Tecla de inicio, 208
 - Tipo de mecanizado, 61
 - Todos los parámetros, 139
 - Transformaciones, 183
- V**
- Vaciar, 114
 - Velocidad de corte, 12, 42
 - Velocidades de avance, 43
 - Velocidades de giro, 42