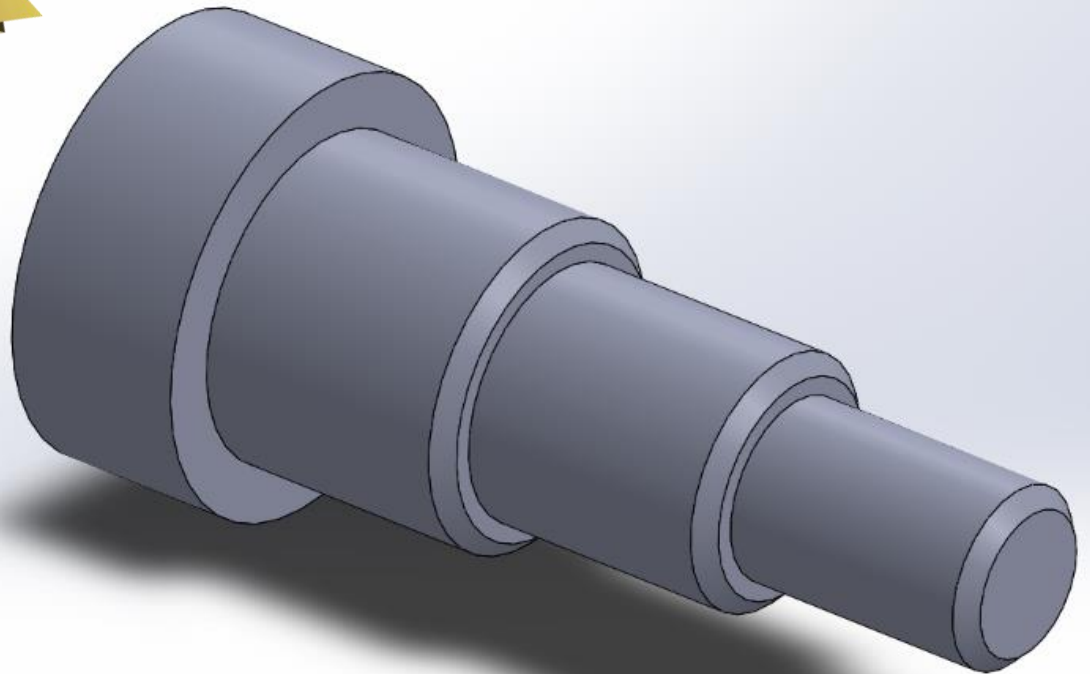


Tecnológico de
Estudios
Superiores de
Ecatepec

El torno

MANUAL DE PROGRAMACIÓN CNC

EN FANUC



Manufactura avanzada en aeronáutica

Abel Castillo Espinosa

18601

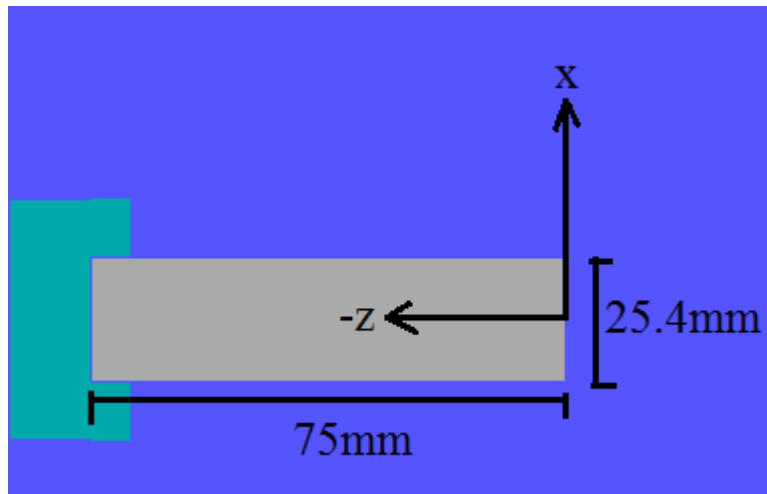
Tablas e imágenes

TABLA 1: Códigos G y M para tornos CNC

CÓDIGOS G	CÓDIGOS M
G00: Posicionamiento rápido (sin maquinar)	M00: Parada opcional
G01: Interpolación lineal (maquinando)	M01: Parada opcional
G02: Interpolación circular (horaria)	M02: Reinicio del programa
G03: Interpolación circular (antihoraria)	M03: Hacer girar el husillo en sentido horario
G04: Compás de espera	M04: Hacer girar el husillo en sentido antihorario
G10: Ajuste del valor de offset del programa	M05: Frenar el husillo
G20: Comienzo de uso de unidades imperiales (pulgadas)	M06: Cambiar de herramienta
G21: Comienzo de uso de unidades métricas	M07: Abrir el paso del refrigerante B
G28: Volver al home de la máquina	M08: Abrir el paso del refrigerante A
G32: Maquinar una rosca en una pasada	M09: Cerrar el paso de los refrigerantes
G36: Compensación automática de herramienta en X	M10: Abrir mordazas
G37: Compensación automática de herramienta en Z	M11: Cerrar mordazas
G40: Cancelar compensación de radio de curvatura de herramienta	M13: Hacer girar el husillo en sentido horario y abrir el paso de refrigerante
G41: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la izquierda	M14: Hacer girar el husillo en sentido antihorario y abrir el paso de refrigerante
G42: Compensación de radio de curvatura de herramienta a la derecha	M30: Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio
G70: Ciclo de acabado	M31: Incrementar el contador de partes
G71: Ciclo de maquinado en torneado	M37: Frenar el husillo y abrir la guarda
G72: Ciclo de maquinado en frentado	M38: Abrir la guarda
G73: Repetición de patrón	M39: Cerrar la guarda
G74: Taladrado intermitente, con salida para retirar virutas	M40: Extender el alimentador de piezas
G76: Maquinar una rosca en múltiples pasadas	M41: Retraer el alimentador de piezas
G96: Comienzo de desbaste a velocidad tangencial constante	M43: Avisar a la cinta transportadora que avance
G97: Fin de desbaste a velocidad tangencial constante	M44: Avisar a la cinta transportadora que retroceda
G98: Velocidad de alimentación (unidades/min)	M45: Avisar a la cinta transportadora que frene
G99: Velocidad de alimentación (unidades/revolución)	M48: Inhabilitar Spindle y Feed override (maquinar exclusivamente con las velocidades programadas)
	M49: Cancelar M48
	M62: Activar salida auxiliar 1
	M63: Activar salida auxiliar 2
	M64: Desactivar salida auxiliar 1
	M65: Desactivar salida auxiliar 2
	M66: Esperar hasta que la entrada 1 esté en ON
	M67: Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON
	M70: Activar espejo en X
	M76: Esperar hasta que la entrada 1 esté en OFF
	M77: Esperar hasta que la entrada 2 esté en OFF
	M80: Desactivar el espejo en X
	M98: Llamada a subprograma
	M99: Retorno de subprograma

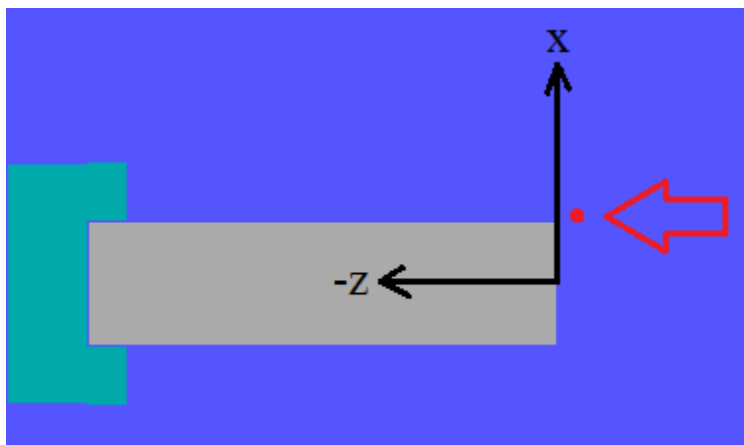
Fuente: <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>

IMAGEN 1



Dimensiones de la pieza a tornear, con su respectivo sistema de coordenadas.

IMAGEN 2



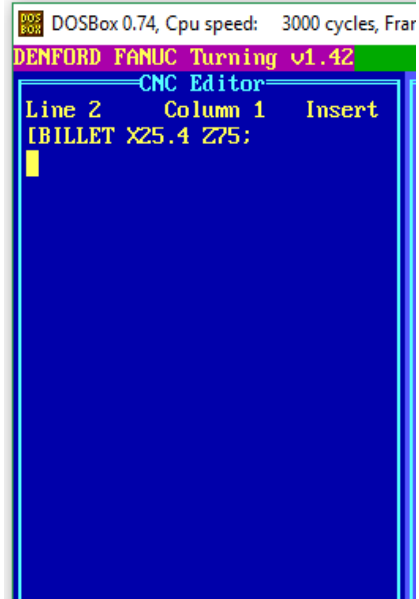
Coordenada X26 Z1, lugar donde la herramienta va a posicionarse antes de empezar el desbaste.

[BILLET X25.4 Z75

Para empezar a programar es necesario hacer una serie de comentarios que den información necesaria para la operación. Para indicar que haremos un comentario, abrimos un corchete. El programa no toma en cuenta los comentarios al momento de hacer la operación. El corchete se abre con el código Ascii *Alt+91*.

BILLET X25.4 Z75 nos indica las dimensiones de la pieza, donde X es el diámetro de nuestro cilindro y Z el largo. Las dimensiones están en milímetros. Así, en este caso tenemos un cilindro con 25.4mm de diámetro y con un largo de 75mm. (Ver IMAGEN 1).

Es necesario colocar punto y coma al final de cada línea, el código Ascii para el punto y coma es *Alt+59* o la letra “Ñ”.

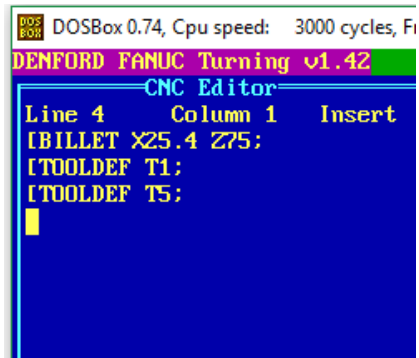


```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 2 Column 1 Insert
[BILLET X25.4 Z75;
```

[TOOLDEF T1;

[TOOLDEF T5;

Tool Definition, o como dice su traducción: definición de herramienta. ¿Qué herramientas usaremos durante la operación? En nuestro caso, será una herramienta para cilindrar y una para tronzar. Las herramientas tienen códigos predefinidos, en donde T1 corresponde a una herramienta para cilindrar y T5, a una herramienta para tronzar.



```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 4 Column 1 Insert
[BILLET X25.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
```

N10 G21 G99

Al escribir sin corchetes, vemos como el color de las letras y dígitos cambia; a partir de aquí es donde comienza la programación que la máquina va a tomar en cuenta.

N10 Es el número de operación, éste es definido por el programador, pero se recomienda que se vaya numerando de diez en diez; esto por si se desea introducir una operación intermedia. Por ejemplo si queremos una operación entre el 10 y el 20, elegimos un número 15, 14, 11 o cualquiera dentro del rango. Si se quisiera introducir una operación intermedia entre 10 y 11, es imposible; por lo que habría que reenumerar todo.

Nótese que el número cero tiene un punto en el medio, con el fin de que no se confunda con la letra O.

El número de operación siempre va precedido por la letra N.



```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 4 Column 12 Insert
[BILLET X25.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
N10 G21 G99
```

N10 G21 G99;

G21 En la TABLA 1 (al final), podemos ver una lista que contiene el significado de los códigos G y M para torno CNC. Revisando la tabla, vemos que G21 significa “comienzo de uso de unidades métricas”.

Existen dos tipos de unidades: métricas (**G21**) e imperiales (**G20**). Para ésta programación usaremos el Sistema Internacional, que corresponde al de unidades métricas.

G99 “velocidad de alimentación (unidades/revolución)”.

De la misma forma, hay dos maneras de definir la velocidad de corte: unidades sobre minuto (**G98**) y unidades sobre revolución (**G99**). Nosotros usaremos las unidades sobre revolución, que al tratarse de Sistema Métrico Internacional, se traducen en milímetros sobre revolución.

```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 5 Column 1 Insert
[BILLET X25.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
N10 G21 G99;
█
```

N20 G28 U0 W0;

G28 Según la TABLA 1, significa “volver al home de la máquina”. Volver a home significa volver a un punto de referencia; éste ya está establecido por el fabricante de cada máquina, por lo que no es necesario que lo definamos en la programación. Lo que sí tenemos que hacer es indicar que X y en Z no existen sobremedidas.

U0 W0 Cuando nos referimos a sobremedidas y sólo a sobremedidas, las de X se representan con la letra U, mientras que las de Z, con la letra W. Inmediatamente después de cada letra indicamos el número de milímetros que tendrá de sobremedida. Al tratarse de un Home, en ambos casos es cero. La sobremedida será un excedente de la medida original, y nos ocuparemos de quitarla en el acabado.

```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 5 Column 15 Insert
[BILLET X25.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
N10 G21 G99;
N20 G28 U0 W0; █
```

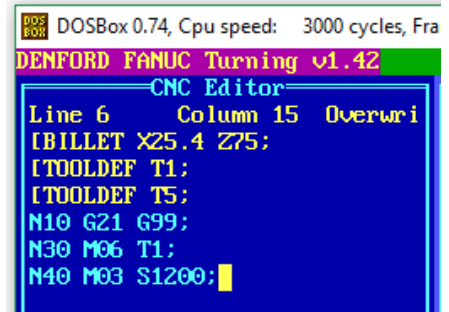
N30 M06 T1;

M06 Según la TABLA 1, significa “cambiar de herramienta”. Dado que vamos a empezar y no tenemos una herramienta asignada, elegimos “cambiar de herramienta” y colocamos el código de la herramienta que queremos. En los comentarios definimos dos, una para cilindrado (**T1**) y otra para tronzado (**T2**). Elegimos la de cilindrado, poniendo el código **T1** después de **M06** con separación de un espacio. No olvidamos el número de operación **N30** ni el punto y coma al final.

```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 5 Column 12 Overwri
[BILLET X25.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
N10 G21 G99;
N30 M06 T1; █
```

N40 M03 S1200;

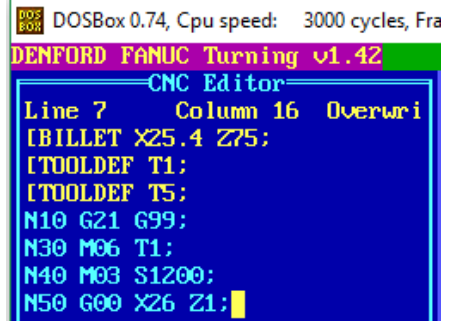
M03 Según la TABLA 1, significa “hacer girar el husillo en sentido horario”. Perfecto, vamos a girar el husillo. ¿Pero a qué velocidad? A una velocidad de 1200rpm. La letra **S** siempre nos va a indicar velocidades. Así que en este paso, el husillo del torno ya debe estar girando a 1200rpm.



```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 6 Column 15 Overwri
[BILLET X25.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
N10 G21 G99;
N30 M06 T1;
N40 M03 S1200;
```

N50 G00 X26 Z1;

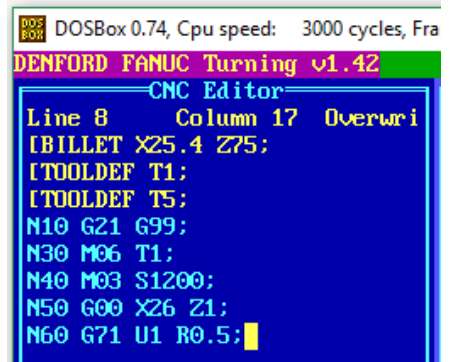
G00 Según la TABLA 1, significa “posicionamiento rápido (sin maquinar)”. ¿A dónde la posicionamos? En un lugar cercano a la pieza, pero sin tocarla, recordemos que ya está girando a 1200 revoluciones por minuto. Definimos la coordenada X26 (26mm en X) y Z1 (1mm en Z) debido a que es un punto muy próximo a la pieza. Ver IMAGEN 2.



```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 7 Column 16 Overwri
[BILLET X25.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
N10 G21 G99;
N30 M06 T1;
N40 M03 S1200;
N50 G00 X26 Z1;
```

N60 G71 U1 R0.5;

G71 Según la TABLA 1, significa “ciclo de maquinado en torneado”. No, todavía no vamos a maquinar. Esta es otra preparación antes de comenzar el torneado. La letra **U** nos va a indicar la profundidad por pasada. ¿De cuántos milímetros va a ser la profundidad de corte? De 1mm, tal y como se indica después de la U. La **R** nos marca que, una vez que la herramienta llegue a su destino, se va a retirar 0.5mm en el eje de las X.



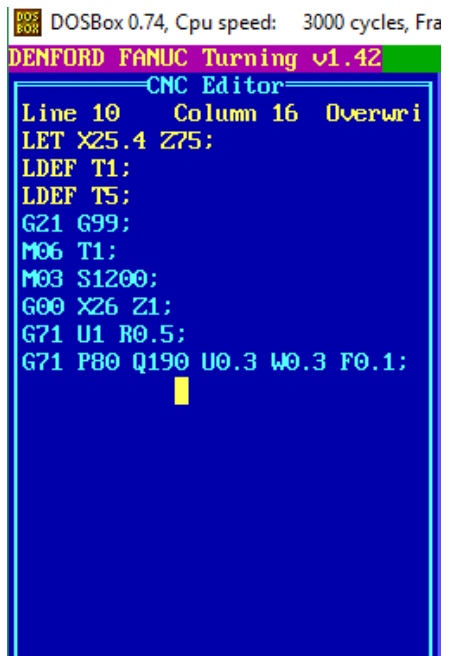
```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 8 Column 17 Overwri
[BILLET X25.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
N10 G21 G99;
N30 M06 T1;
N40 M03 S1200;
N50 G00 X26 Z1;
N60 G71 U1 R0.5;
```

N70 G71 P80 Q190 U0.3 W0.3 F0.1;

Siguiendo con las preparaciones antes de desbastar, tenemos las letras P y Q. La **P** dice en qué número de operación va a empezar y la **Q** en qué número de operación va a terminar nuestra operación de maquinado. Así que el maquinado, en otras palabras, inicia en **N80** y termina en **N190**.

Volvemos a encontrarnos con **U** y con **W**, que anteriormente aclaramos que corresponden a sobremedidas. En este caso, definiremos sobremedidas de 0.3mm en ambos casos.

F declara una velocidad de avance. No confundir con S, que declara una velocidad de giro. En los comentarios dijimos que nuestra velocidad de avance se daría en milímetros sobre revoluciones, lo que no dijimos fue cuántos milímetros. Aquí ya lo estamos definiendo. **F0.1** nos da a entender una velocidad de avance de 0.1mm por revolución.



```
DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 10 Column 16 Overwri
LET X25.4 Z75;
LDEF T1;
LDEF T5;
G21 G99;
M06 T1;
M03 S1200;
G00 X26 Z1;
G71 U1 R0.5;
G71 P80 Q190 U0.3 W0.3 F0.1;
```

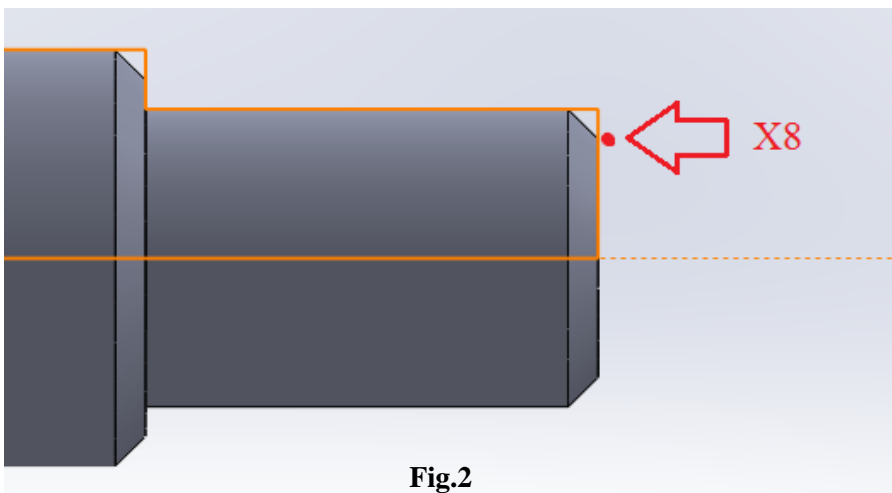
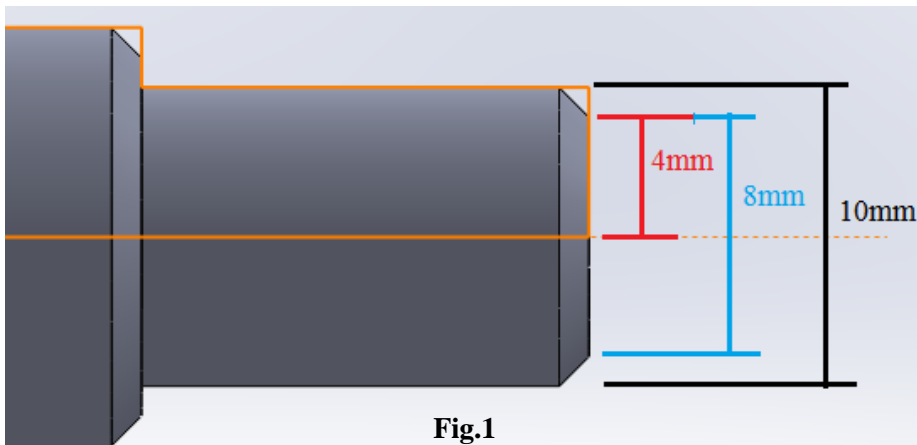
N80 G00 X8;

G00 significa “travesía rápida”, por lo que debemos tener mucho cuidado de no mandar la herramienta a una coordenada en donde vaya a encontrar un obstáculo. Si se nos ocurriese poner X0 (que es el centro del cilindro) Z-1 bajo el código de travesía rápida, la herramienta se estamparía con la pieza a revolución, lo que con seguridad provocaría el rompimiento de la herramienta de corte. Cuando pongamos G00, debemos recordar que la herramienta se va a trasladar rápidamente al punto que le indicamos, en este caso X8.

¿Y dónde está ubicada X8? Si X0 está en el centro del cilindro, podríamos suponer que X8 está 8mm arriba. ¡PUES NO! Está a 4mm arriba. ¿Por qué? Porque al tratarse de un cilindro, un milímetro que desbastemos en +X también se va a desbastar en -X, es como un espejo, si desbastamos 1 milímetro en +X, estaremos desbastando 2mm en total.

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fr

```
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 10 Column 12 Insert
[BILLET X24.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T5;
N10 G21 G99;
N30 M06 T1;
N40 M03 S1200;
N50 G00 X26 Z1;
N60 G71 U1 R0.5;
N70 G71 P80 Q190 U0.3 F0.1;
N80 G00 X8;
```



En las imágenes de la izquierda podemos ver el por qué de las coordenadas. Recordemos que la pieza aún está sin desbastar, por lo que el posicionamiento de la pieza realmente sería como en la Fig.3. Las imágenes 1 y 2 son para darnos una idea de lo que vamos a hacer y por qué se colocan las coordenadas tales.

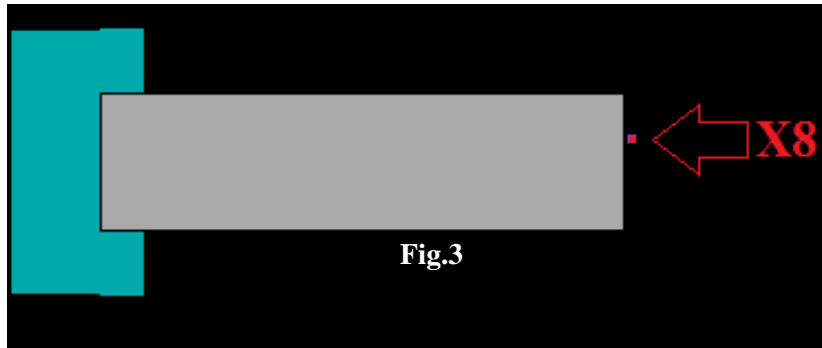


Fig.3

Coordenada X8 antes de desbastar.

N90 G01 Z0 F0.1;

Este es el momento que estábamos esperando. **G01** indica interpolación lineal. ¿Qué significa? Que la herramienta establece contacto con la pieza a revolución. Sabemos que establece contacto porque indicamos la coordenada Z0. Entonces, su primer punto de contacto será en la coordenada X8 Z0.

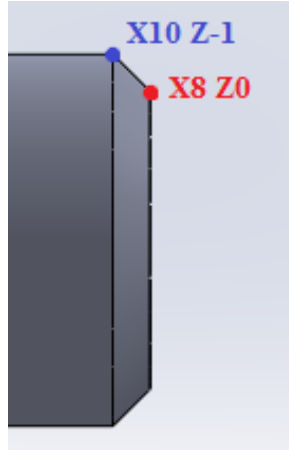
A diferencia del G00, en el código G01 la máquina ya sabe que va a empezar a desbastar, así que tendrá cuidado al acercarse. El código **F0.1** le recuerda a la máquina que debe moverse a una velocidad de 0.1mm por revolución, de modo que desbaste un milímetro de material cada 10 revoluciones.

Si queremos simular, presionamos F9 y seleccionamos RUN PROGRAM. Nótese que en N70, cambiamos Q190 por Q90, esto para que el programa supiera de dónde a dónde simular, en este caso, la simulación va de P80 (N80) a Q90 (N90). Si dejásemos Q190, el programa mandaría error puesto que Q190 no existe aún, pero existirá, pues al final de la programación estaremos simulando de P80 a Q190.



N100 X10 Z-1;

¿Qué es lo que pasó aquí? En la operación anterior nuestra herramienta estaba en X8 Z0, y ahora le estamos diciendo que se vaya a X10 Z1. Para llegar a esa coordenada, necesitará hacer una línea recta del punto anterior al nuevo punto, lo que nos generará un chaflán. Por eso se llama interpolación LINEAL.



ON110 Z-15;

N120 X12;

N130 X14 Z-16;

N140 Z-30;

N150 X16;

N160 X18 Z-31;

N170 Z-45;

N180 X24;

N190 Z55;

El “delineado” de la pieza se hace de esta forma. Podemos ver que al fin hemos llegado a N190, por lo que ya podemos cambiar la Q de N70. Lo único que hicimos fue decirle a la máquina por qué coordenadas va a pasar trazando líneas, desbastando. En la Fig.4 se ve claramente cada una de esas coordenadas.

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Fra

DENFORD FANUC Turning v1.42

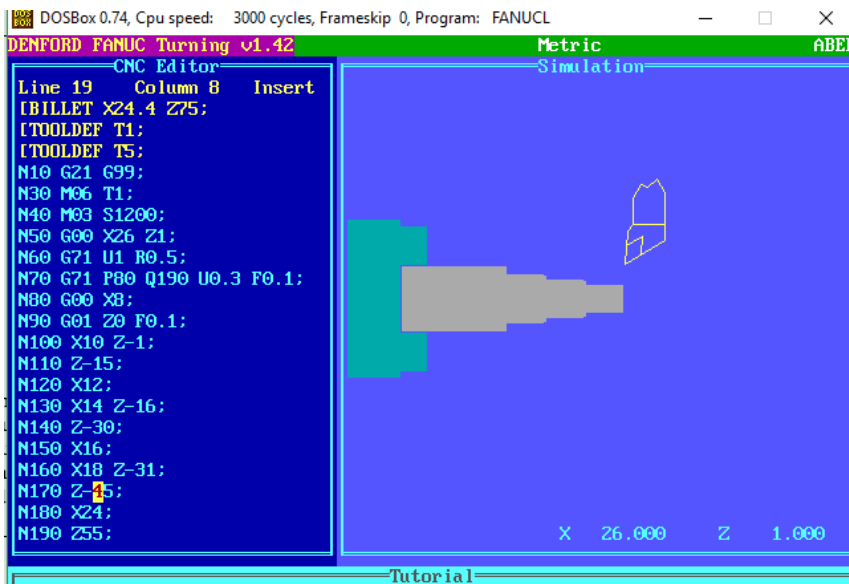
CNC Editor

Line 9 Column 15 Insert

```
[BILLET X24.4 Z75;  
[TOOLDEF T1;  
[TOOLDEF T5;  
N10 G21 G99;  
N30 M06 T1;  
N40 M03 S1200;  
N50 G00 X26 Z1;  
N60 G71 U1 R0.5;  
N70 G71 P80 Q190 U0.3 F0.1;  
N80 G00 X8;  
N90 G01 Z0 F0.1;  
N100 X10 Z-1;  
N110 Z-15;  
N120 X12;  
N130 X14 Z-16;  
N140 Z-30;  
N150 X16;  
N160 X18 Z-31;  
N170 Z-45;  
N180 X24;  
N190 Z55;
```



Corriendo la simulación con F9, podemos ver que nuestro resultado es el esperado.



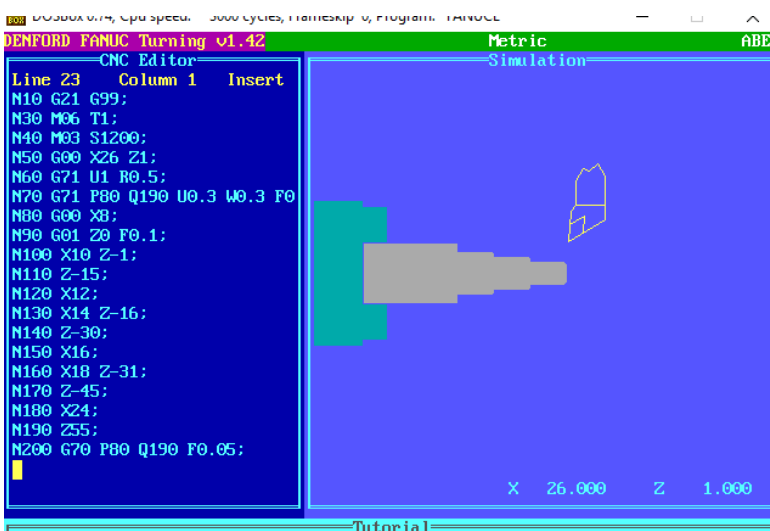
Todavía no hemos terminado. Nos falta un buen acabado y un tronzado. El acabado lo daremos con el código:

N200 G70 P80 Q190 F0.05;

G70 significa “ciclo de acabado”. Dado que el acabado va a seguir el mismo trayecto que siguió el maquinado de desbaste, decimos que va a ir desde el bloque 80 al 190, de nuevo.

¿Cuál es la diferencia con el N70 entonces? La diferencia está en que la F, que es velocidad de avance, cambia. Si la F permaneciera de **0.1**, la operación prácticamente no tendría caso. Para un buen acabado, conviene reducir la velocidad de avance y es por eso que en vez de poner 0.1, colocamos **0.05** mm por revolución.

Recordemos que la pieza sigue girando a 1200rpm pues en ningún momento hemos ordenado que se detuviera.



Nota: En N70 encontramos un error: fue borrada la sobremedida W03.

La medida ha sido colocada a partir de ésta captura. La explicación de las capturas anteriores no se ve afectada por este error.

En N20 encontramos otro error: también se borró N20, que es el HOME.

N20 será colocada a partir de la próxima captura. La explicación de las capturas anteriores no se ve afectada por este error.

La pieza ha quedado terminada. Ahora sólo falta tronzarla. Para eso tenemos que hacer varias cosas: regresar a casa para cambiar la herramienta, reducir las revoluciones de la pieza, acercarnos al lugar en donde vamos a tronzar y finalmente hacer una interpolación lineal. Vamos por partes, primero regresemos a casa:

N210 G28 U0 W0;

En donde vamos a cambiar la herramienta de corte por una T5, que es para tronzar:

N220 M06 T5;

Debido a que vamos a tronzar, reducimos la velocidad de corte de 1200rpm (velocidad a la que gira actualmente) a 500rpm:

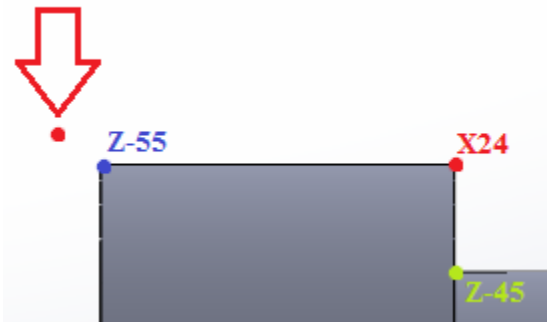
N230 M03 S500;

```
N40 M03 S1200;
N50 G00 X26 Z1;
N60 G71 U1 R0.5;
N70 G71 P80 Q190 U0.3 W0.3 F0
N80 G00 X8;
N90 G01 Z0 F0.1;
N100 X10 Z-1;
N110 Z-15;
N120 X12;
N130 X14 Z-16;
N140 Z-30;
N150 X16;
N160 X18 Z-31;
N170 Z-45;
N180 X24;
N190 Z55;
N200 G70 P80 Q190 F0.05;
N210 G28 U0 W0;
N220 M06 T5;
N230 M03 S500;
```

N240 G00 X27 Z-57;

G00 de nuevo, nos trasladaremos rápidamente a un punto cercano en donde vamos a hacer contacto con la pieza. En este caso, ya estamos bien posicionados en Z, pues queremos que el corte sea precisamente a 27mm de la punta del cilindro. Ahora sólo falta movernos en X.

X27 Z-57



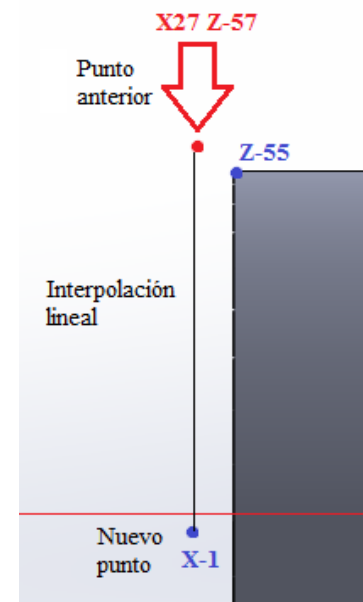
N250 G01 X-1 F0.03;

Interpolación lineal (**G01**). Haremos contacto con la pieza y nos trasladaremos del punto anterior al nuevo punto. El punto anterior era X27 Z-57, el nuevo punto es X-1 Z-57.

¿X-1? ¿Eso quiere decir que la herramienta va a “atravesar” la pieza e irá desde 27 hasta -1? Efectivamente, eso quiere decir.

Lo hará con una velocidad de avance de 0.3mm por revolución. Una velocidad todavía más pequeña que la anterior.

Corremos la simulación hasta aquí para ver qué es lo que pasa.



Tenemos un problema

Todo corre perfectamente, pero podemos notar que la herramienta de corte no es la correcta. Parece T5 no es una herramienta para tronzar después de todo. Tras revisar, encontramos que la herramienta para tronzar en realidad es la T3.

Hagamos los cambios correspondientes editando N220 (cambiando T5 por T3) y sustituyendo el comentario [TOOLDEF T5; por [TOOLDEF T3;

CNC Editor

```
Line 28 Column 20 Insert
N60 G71 U1 R0.5;
N70 G71 P80 Q190 U0.3 W0.3 F0
N80 G00 XB;
N90 G01 Z0 F0.1;
N100 X10 Z-1;
N110 Z-15;
N120 X12;
N130 X14 Z-16;
N140 Z-30;
N150 X16;
N160 X18 Z-31;
N170 Z-45;
N180 X24;
N190 Z55;
N200 G70 P80 Q190 F0.05;
N210 G28 U0 W0;
N220 M06 T5;
N230 M03 S500;
N240 G00 X27 Z-57;
N250 G01 X-1 F0.03;
```

Simulation

Line 3 Column 13 Insert
[BILLET X24.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T3;
N10 G21 G99;

N210 G28 U0 W0;
N220 M06 T3;
N230 M03 S500;
N240 G00 X27 Z-57;
N250 G01 X-1 F0.03;

X -1.000 Z -57.000

Ya no tenemos un problema

Tras la simulación, vemos que el tronzado es un éxito.

CNC Editor

```
Line 25 Column 13 Insert
N60 G71 U1 R0.5;
N70 G71 P80 Q190 U0.3 W0.3 F0
N80 G00 XB;
N90 G01 Z0 F0.1;
N100 X10 Z-1;
N110 Z-15;
N120 X12;
N130 X14 Z-16;
N140 Z-30;
N150 X16;
N160 X18 Z-31;
N170 Z-45;
N180 X24;
N190 Z55;
N200 G70 P80 Q190 F0.05;
N210 G28 U0 W0;
N220 M06 T3;
N230 M03 S500;
N240 G00 X27 Z-57;
N250 G01 X-1 F0.03;
```

Simulation

N220 M06 T3;

X -1.000 Z -57.000

Después del tronzado, la pieza debería caer debido a que, obviamente, ya fue cortada. Esto pasa en la vida real pero no en la simulación; en la simulación la pieza permanece ahí. Después del tronzado nosotros deberíamos volver a HOME, pero vamos a hacerlo en dos tiempos para que en la simulación la herramienta no dé la impresión de que choca con la pieza.

El primer tiempo es un movimiento rápido a la coordenada X27 Z-57:

N260 G00 X27;

El segundo tiempo es el regreso a casa:

N270 G28 U0 W0;

Sólo nos falta una cosa por hacer:

N280 M30;

M30 Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio.

```
DENFORD FANUC Turning v1.42
CNC Editor
Line 31 Column 10 Insert
N90 G01 Z0 F0.1;
N100 X10 Z-1;
N110 Z-15;
N120 X12;
N130 X14 Z-16;
N140 Z-30;
N150 X16;
N160 X18 Z-31;
N170 Z-45;
N180 X24;
N190 Z55;
N200 G70 P80 Q190 F0.05;
N210 G28 U0 W0;
N220 M06 T3;
N230 M03 S500;
N240 G00 X27 Z-57;
N250 G01 X-1 F0.03;
N260 G00 X27;
N270 G28 U0 W0;
N280 M30;
F1 help ctrl-F1 G/M help F2 save
```

Código final

```
CNC Editor
Line 1 Column 1 Insert
[BILLET X24.4 Z75;
[TOOLDEF T1;
[TOOLDEF T3;
N10 G21 G99;
N20 G28 U0 W0;
N30 M06 T1;
N40 M03 S1200;
N50 G00 X26 Z1;
N60 G71 U1 R0.5;
N70 G71 P80 Q190 U0.3 W0. F0.1;
N80 G00 X8;
N90 G01 Z0 F0.1;
N100 X10 Z-1;
N110 Z-15;
N120 X12;
N130 X14 Z-16;
N140 Z-30;
N150 X16;
N160 X18 Z-31;
N170 Z-45;
N180 X24;
N190 Z55;
N200 G70 P80 Q190 F0.05;
N210 G28 U0 W0;
N220 M06 T3;
N230 M03 S500;
N240 G00 X27 Z-57;
N250 G01 X-1 F0.03;
N260 G00 X27;
N270 G28 U0 W0;
N280 M30;
```