

**Escuela de Educación  
Técnica N°460  
“Guillermo Lehmann”**

**Modulo: CNC y CAD-CAM**

Electromecánica



### **Introducción:**

Este es un apunte confeccionado para la orientación en el uso de Controles Numéricos. CNC (COMPUTER NUMERIC CONTROL) O Control Numérico Computarizado.

Los primeros controles numéricos aparecieron a fines de la década del 40 y principios de los 50, fueron creados para la producción en masa. Esto revolucionó la industria debido a las grandes ventajas que estos proporcionaban comparados con los antiguos sistemas de mecanizado. En la actualidad podemos encontrar controles numéricos en casi todo el campo industrial:

- Tomos
- Fresas o centros de mecanizado
- Soldadoras - Tig, Mig, oxiacetileno-
- Cortes
- Rectificadoras
- Etc.

En este apunte vamos a referirnos solo a tornos, en donde solo vamos a trabajar en 2 dimensiones, para una mejor comprensión.

Ante todo debemos preguntarnos cual fue la gran diferencia con los antiguos sistemas de mecanizado. La respuesta es:

Velocidad de corte constante  
Mayor precisión con la aparición de los tomillos a bolilla  
Servo-motores  
Mayor potencia .  
Mayor r.p.m

De todos los puntos, los mas importante: Son los dos primeros puntos, vel. corte cte. y los tomillos a bolilla.

El gran inconveniente que existía hasta la aparición de los cnc, era que al acercarse la herramienta al centro de la pieza perdía giros, ocasionando esto la rotura de la herramienta antes de tiempo. El cnc trata de compensar esto haciendo que la herramienta a medida que se acerca al centro de la pieza, esta, aumente su r.p.m., dando esto una mayor vida útil de la herramienta y mejor terminación superficial de la pieza.

Hoy en día podemos encontrar cnc que llegan a las 20000 r.p.m. o mas.

El otro punto son los tomillos a bolilla.

Este tipo de tomillos tienen rosca esférica y la tuerca es como un rodamiento, sobre esta tuerca se asientan los dos ejes o planos. Esto proporcionó una gran precisión ya que no existe el juego que caracteriza a los tomillos convencionales.

Servomotores: se puede decir que son motores a los cuales se les puede regular sus vueltas y sentido de giro. En un principio estos eran de corriente continua, luego, aparecieron los de corriente alterna, dando mayor potencia y revoluciones.

### **Composición de un torno CNC:**

Por un lado tenemos el control, donde cargamos los datos y confeccionamos el programa, es desde aquí que comandamos todos los movimientos y acciones que queremos que la maquina haga.

Por el otro la maquina en si, debemos tener siempre presente que son dos entidades distintas, unidas por el fabricante del tomo. Es por ello que vamos a encontrar que el control no siempre lleva la misma marca que el tomo o maquina herramienta.



## ***CNC Y CAD CAM***

- 1- Panel de Control
- 2- Pantalla
- 3- Teclado (confección del programa)
- 4- Interruptores varios.
- 5- Led indicadores.
- 6- Comandos:
- 7- Servo.amplificadores (amplifica señales provenientes del control y las envía a los servo-motores)
- 8- Servo-motores
- 9- Encoder (indica la posición)
- 10- Operación del CNC
- 11- Encendido (interruptor general)
- 12- Encendido (panel de control)

### **Importante:**

Los accidentes ocurren una vez que el operador ha tomado confianza con la maquina  
Un error puede costar muy caro, tanto para el operador como para la empresa.

Recordar que la máquina no PERDONA.

Mantenerse alejado de las partes móviles.

El operador debería formarse un método de trabajo, para que sea cíclico y repetitivo.

De esta manera los riesgos de que ocurran accidentes se reducen.

Mantener la máquina y el lugar de trabajo LIMPIO Y ORDENADO.

Limpiar la maquina con frecuencia auto establecida.

Recordar que: Limpiar es revisar.

Verificar: Niveles de lubricantes, refrigerantes.

Ante cualquier anomalía informar al superior directo.

### **Presentación del Torno CNC utilizado para el dictado del curso**

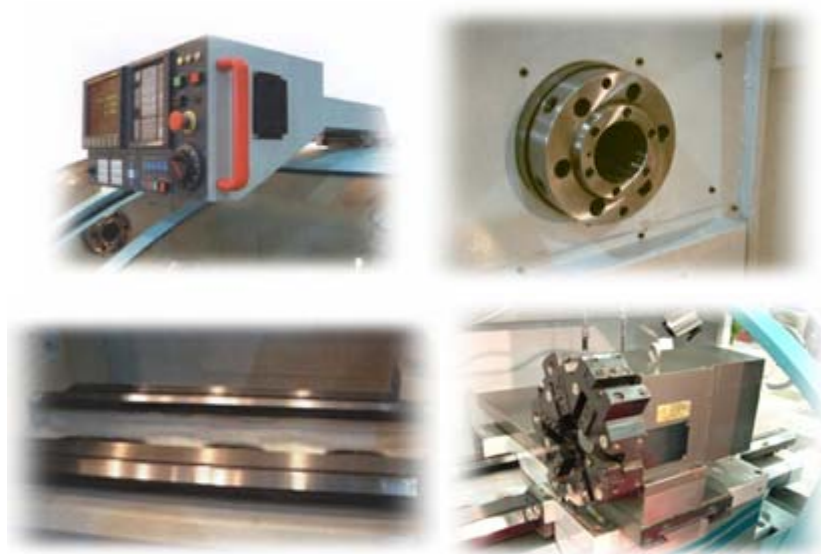




## ***CNC Y CAD CAM***

### **Características Principales:**

- Todos los movimientos CKA6150 tanto en X como en Z y la torreta son comandados completamente por el CNC FANUC. LA maquina tiene todas las opciones de torneado convencionales así como torneado interno y externo, torneado cilíndrico, frentado, roscado métrico y whitworth , torneado cónico, interpolación e ambos ejes, (encoder incorporado).
- Cabezal con motor de variador de frecuencia, por lo cual la maquina posee velocidad de corte constante e infinitamente variable, dentro de las 3 gamas que posee (Alta, Media y Baja).
- Las guías son sobre bolillas recirculantes, las bancadas templadas y rectificadas y los engranajes en el cabezal templados y rectificadas.
- Lubricación forzada, completa, tantos en las guías como el cabezal y la caja.
- Pasaje de Husillo 82mm.
- Torre de 6 posiciones(OPCIONAL)DIAMETRO MAX. TORNEADO EXT.400MM
- Freno automático
- Servomotores de A.C. FANUC
- Las guías en los ejes X & Z son cubiertas por una capa de fluorplastic para su mayor protección.





**CNC Y CAD CAM**

- CNC y servomotores Fanuc modelos BETA(mayor torque)
- Tornillo a bolillas recirculantes, 20mm para eje X y 40mm para eje Z
- Lubricación centralizada con alarmas
- Bancada templada y rectificada
- Engranajes templados
- Transmisión pantalla/cnc de fibra óptica (ultima generación)
- Pantalla de cristal liquido LCD
- Entrada de tarjeta de memoria (MEMORY CARD)(puede grabar en su PC y llevar al cnc o viceversa
- Entrada RS232 para pc.

Accesorios Standard: Torre de 4 posiciones, plato de 3 mordazas manual de día. 250,contrapunta manual milimetrada. Equipo refrigerante , equipo de Iluminación, cobertor para salpicaduras.

Accesorios Opcionales: Torre 6 posiciones. Luneta fija, Luneta móvil, punto Giratorio. Plato y contrapunta hidráulicos.

<b>Especificaciones Técnicas</b>	<b>CKA6150</b>
- Distancia entre puntas	750/1000/1500/2000mm
- Diám. máx. a tornear sobre bancada	500mm
- Diám. máx. a tornear sobre el carro	295mm
- Ancho de Bancada	394mm
- Diám. del husillo	82mm
- Cono del Husillo	Morse Nro. 6
- Velocidades	25-2200 R.P.M.
- Máx. Recorrido Eje X	295mm
- Máx. Recorrido Eje Z	795/10450mm
<b>TORRE</b>	<b>4 POSICIONES MOTORIZADA</b>
- Potencia del Motor Principal	7.5KKW
- Recorrido de la Contrapunta	150mm
- DIAMETRO DE CONTRAPUNTA	75MM
- Cono de la Contrapunta	Morse Nro. 5
- DIMENSIONES 750MM	2480x1450x1730mm
1000MM	2730x1370x17300mm
- W.N	2850/2900Kg
- CONTROL NUMERICO	FANUC Oi MATE TC



**Comandos que podemos encontrar en el panel de control:**



**MODE**

**JOG:** manual


**AUTO:** automático para producción

**MDI:** confección de programa y se borra automáticamente al concluir este

**EDIT:** tecla para editar un programa

**HANDEL:** me permite mover el carro el forma manual

**REF:** la maquina vuelve a home

**JOG (P/P)** 

En este modo, se pueden desplazar los carros en forma manual (paso a paso) con las teclas de dirección.

**AUTOMATICO (AUTO)** 

Se emplea en la ejecución de un programa de pieza. El control llama a un bloque tras otro y los interpreta

**SEMIAUTOMÁTICO (MDI)** 

Se pueden introducir bloques de un programa de piezas en la memoria intermedia.

El control ejecuta los bloques introducidos y borra después la memoria intermedia para nuevas entradas.

Después de introducir la secuencia a través del teclado del mando, pulsando se ejecuta la secuencia introducida. Durante el mecanizado ya no es posible editar la secuencia.



## **CNC Y CAD CAM**

### **EDICIÓN (EDIT)**

En este modo se pueden introducir programas de piezas.

En este modo pueden desplazarse los carros con un salto incremental de 1 . . . 10000 µm, por medio de las teclas de dirección.

### **HANDEL**

El incremento debe ser mayor que la resolución de la máquina, de lo contrario no se producirá desplazamiento.

En este modo pueden desplazarse los carros con un salto incremental de 1 . . . 10000 µm, por medio de las teclas de dirección.

### **PUNTO DE REFERENCIA (REF)**

Este modo se emplea para la aproximación al punto de referencia (R).

Al llegar al punto de referencia, la memoria de posición actual se establece sobre el valor de las coordenadas del punto de referencia. Con esto, el control reconoce la posición de la herramienta en la zona de trabajo.

### **OPERATION SELECT**

**SINGLE BLOCK:** el programa funciona bloque a bloque

**DRY RUN:** es para que corra el programa completo

**BLOCK SKIP:** no se ejecutan los bloques que tengan por delante una (/)

**MC LOCK:** Bloqueo de ejes, el programa funciona sin movimientos de ejes

**OPT STOP:** el programa se detiene cada vez que lea M01

**DNC:** para trabajar con la PC por paquetes

**COOLANT:** refrigerante

**WORK LAMP:** iluminación

**F3:** para paquetes de instrucciones (no se utiliza)

### **SPEED MULTIPLE**

**X1 F0:** milésima (para movimientos en G0 o manualmente)

**X10 25%:** centésima (para movimientos en G0 o manualmente)

**X100 50%:** décima (para movimientos en G0 o manualmente)

**F1:** (no se utiliza)

**F2:** (no se utiliza)

**100%:** corre el programa con velocidades cargadas

**SPDL DEC:** reduce hasta el 50% las RPM (10% por pulso)

**SPDL 100%:** RPM cargadas en el programa

**SPDL INC:** aumenta hasta el 50% las RPM (10% por pulso)

**SPINDLE** funciona únicamente en forma manual

**SPDL CW:** giro en sentido antihorario

**SPDL STOP:** parada

**SPDL CCW:** giro en sentido horario

**OVERRIDE:** Avance lentos con el potenciómetro podemos ir regulando porcentualmente el avance, en modo manual y automático





**CYCLE**

**BLANCO:** comienzo del ciclo

**ROJO:** fin del ciclo




**CURSORES:** me permite mover en forma manual el carro porta herramienta



## Introducción de programas

Los programas de piezas y subprogramas o subrutinas, se pueden introducir en los modos EDIC.

### ***Llamar a un programa***

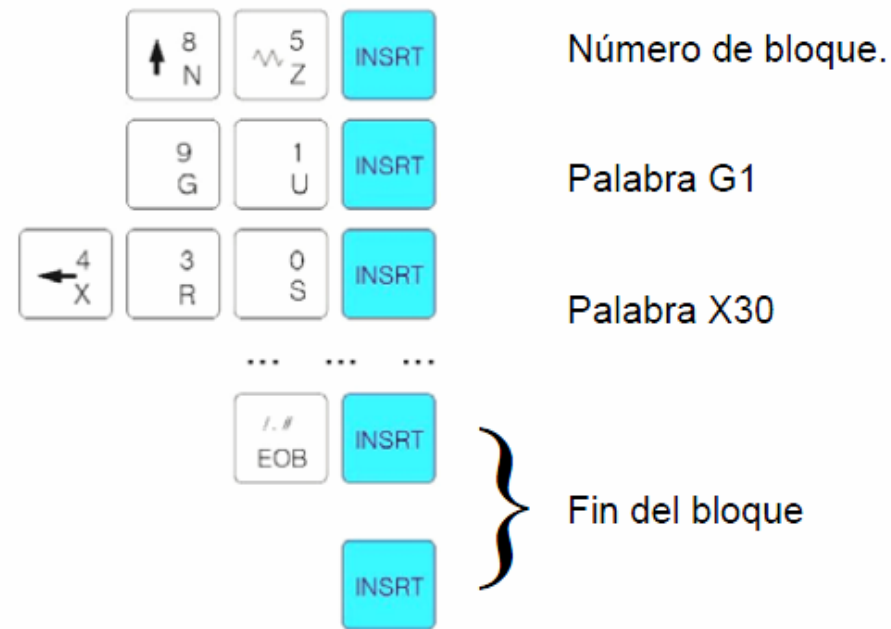
- Cambiar al modo EDICIÓN.
- Pulsar la tecla 
- Con la tecla de software **BIBLIO** se ven los programas existentes.
- Escribir el nombre del programa (por ej. O777).
- Para un programa nuevo, pulsar .
- Para un programa ya existente, pulsar .






### **Introducir un bloque**

Ejemplo:



### **Borrar bloque**

Introducir el nombre del bloque y pulsar .


### **Borrar palabra**

Colocar el cursor delante de la palabra a borrar y

pulsar 

### **Modificar palabra**

Colocar el cursor delante de la palabra a reemplazar,

escribirla, y pulsar 



## Medición de datos de herramienta

La finalidad de medición de datos de herramienta es que el software utilice para el posicionamiento la punta o el punto central de herramienta y no el punto de referencia del asiento de herramienta (N).

Para esto, hay que medir cada herramienta. En realidad lo que se mide es la distancia desde (N) hasta la punta de la herramienta.

Estos datos se guardan en la memoria de datos de



herramienta más **GEOMET** del menú, conjuntamente con el tipo de herramienta (*según dibujo Posición de cuchilla de las herramientas*) y el radio de la punta.

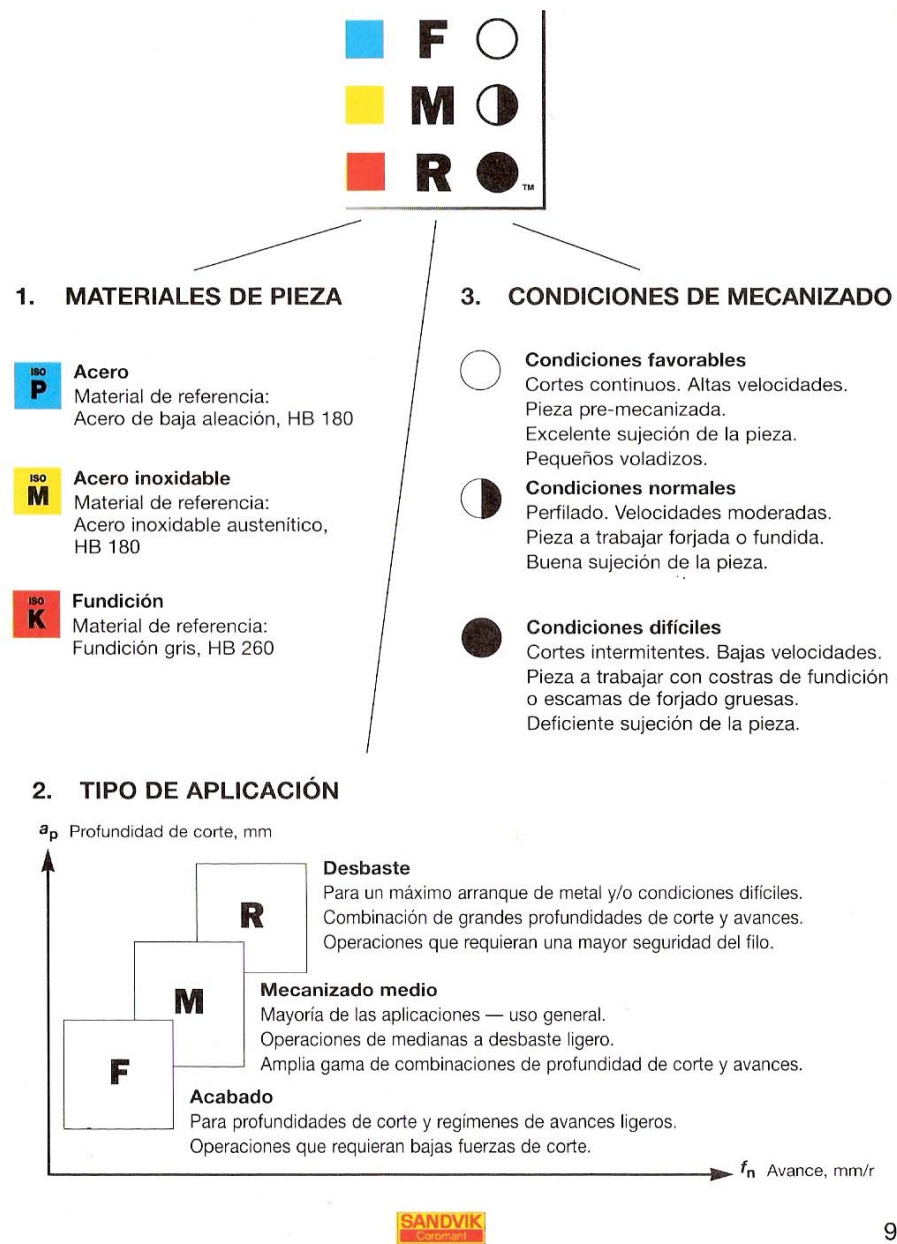
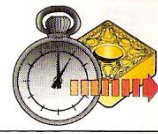
Por ejemplo, una herramienta que se sujeta en la posición 8 de la torreta cuyos datos se almacenan en la dirección 14, se llamará en el programa con la denominación : **T0814**

Los datos de herramienta, se pueden medir semiautomáticamente (*ver: Medición de datos de herramienta por raspado*).



## Características de los Porta Herramientas e Insertos

### PRODUCTIVIDAD – ¿CÓMO PUEDO MEJORARLA ?





## CNC Y CAD CAM

### HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

Clave de códigos para plaquitas y portaplaquitas  
Extracto de ISO 1832—1991

**PLAQUITA**

Tolerancias: 1 2 3 4 5 6 7 8

Esesor de plaquita: 09 03 08 - PF

1. Forma de la plaquita: C N M G

5. Tamaño de plaquita = longitud del filo de corte: 09 03 08

2. Ángulo de incidencia de la plaquita: PF

**PORTAPLAQUITAS**

Exterior: P C L N R 16 16 H 09

Interior: S 25 T S C L C R 09

C3- A

Díámetro de barra: S = Barra de acero enteriza, A = Barra de acero con suministro de refrigerante

Tamaño de acoplamiento: CoroMant Capto

Tipo de mango: 09

18

CoroKey

### HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

Clave de códigos para plaquitas y portaplaquitas  
Extracto de ISO 1832—1991

**1. FORMA DE LA PLAQUITA**

**2. ANGULO DE INCIDENCIA DE LA PLAQUITA**

**4. TIPO DE PLAQUITA**

**5. TAMAÑO DE LA PLAQUITA = LONGITUD DEL FILO DE CORTE**

**7. RADIO DE PUNTA**

**II. GEOMETRÍA — OPCIÓN DEL FABRICANTE**

**II. SISTEMA DE SUJECCIÓN**

**II. TIPO DE HERRAMIENTA**

**E. ALTURA DEL MANGO**

**F. ANCHO DEL MANGO**

**G. LONGITUD DE LA HERRAMIENTA**

19

SANDVIK

### HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

Cómo seleccionar la herramienta adecuada para su operación

**MECANIZADO EXTERIOR**

Mecanizado con avance elevado: Plaquitas rascadoras. Wiper para una máxima productividad y un buen acabado superficial en operaciones exteriores e interiores. Ver página 20.

Mecanizado exterior, de desbaste a acabado: T-MAX P, CoroTurn 107 (T-MAX U).

Mecanizado exterior de componentes pequeños, largos y esbeltos: CoroTurn 107 es la primera etapa de la familia CoroTurn que incluirá progresivamente la mayoría de los productos para torneado en general.

Mecanizado interior de agujeros pequeños (Ø 7 - 32 mm) y cuando se trabaja con voladizos grandes: CoroTurn 111.

Mecanizado interior de agujeros medianos (Ø 16-75 mm) y cuando se trabaja con voladizos grandes: T-MAX U.

Mecanizado interior de agujeros grandes: T-MAX P.

Lanzamiento en el año 2000.

**MECANIZADO INTERIOR**

16

CoroKey

### HERRAMIENTAS PARA TORNEAR

Torneado con T-MAX P y CoroTurn 107 en acero, acero inoxidable y fundición

**MECANIZADO EXTERIOR** (Páginas 52 - 59)

**MECANIZADO INTERIOR** (Páginas 60 - 63)

**MECANIZADO EXTERIOR** (Páginas 106 - 111)

**MECANIZADO INTERIOR** (Páginas 112 - 116)

**T-MAX P** Brida superior

**CoroTurn 107** Sujeción por tornillo

Forma de plaquita: C = 80° róbica, D = 55° róbica, R = redonda, S = cuadrada, T = triangular, V = 35° róbica, W = trigonal

17

SANDVIK





## CNC Y CAD CAM



### PRODUCTIVIDAD – ¿CÓMO PUEDO MEJORARLA ?

**TABLA DE CONVERSIÓN**  
Velocidad superficial ( $v_c$ ) — Revoluciones por minuto (RPM)

COMPONENTE/ FRESA	VELOCIDAD DE CORTE ( $v_c$ ), m / min.										
$\phi$	30	40	50	100	150	200	300	400	500	600	700
12	795	1060	1326	2652	3979	5305	7957	10610	13262		
16	597	795	995	1989	2984	3978	5968	7957	9947	11936	
20	477	637	796	1591	2387	3183	4774	6366	7957	9549	11140
25	382	509	637	1273	1910	2546	3819	5092	6366	7639	8912
32	298	398	497	994	1492	1989	2984	3978	4973	5968	6963
40	239	318	398	795	1194	1591	2387	3183	3978	4774	5570
50	191	255	318	636	955	1272	1909	2546	3183	3819	4456
63	151	202	253	505	758	1010	1515	2021	2526	3031	3536
80	119	159	199	397	597	795	1193	1591	1989	2387	2785
100	95	127	159	318	477	636	952	1273	1591	1909	2228
125	76	109	124	255	382	509	764	1018	1237	1527	1782
160	60	80	99	198	298	397	596	795	994	1193	1392
175	55	71	91	182	273	363	544	727	909	1091	1273
200	48	64	80	160	239	318	476	636	795	954	1114

#### EJEMPLO:

Usted está utilizando una fresa de 80 mm de diámetro.  
El valor de partida de la velocidad de corte ( $v_c$ ) en la caja de la plaquita es 200 m/min.  
Busque el tamaño de fresa en la columna de la izquierda y la velocidad de corte en la fila superior y visualice la velocidad en RPM del husillo, en la intersección: 795 revoluciones por minuto.

#### FÓRMULAS

<b>Velocidad de corte, m/min.</b> $v_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000}$ $v_c$ = velocidad de corte m/min. $n$ = revoluciones / min. $D_c$ = diámetro mm	<b>Velocidad de husillo, r/min.</b> $n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_c}$ $n$ = velocidad del husillo, revoluciones/min. $v_c$ = velocidad de corte m/min. $D_c$ = diámetro mm	<b>Avance de la mesa, mm/min.</b> $V_f = n \times z \times f_z$ $V_f$ = avance de la mesa mm/min. $n$ = revoluciones/min. $z$ = número de dientes $f_z$ = avance, mm/diente
--	---	--

14

CoroKey

### DESBASTE EN ACERO

Acero de baja aleación, HB 180

ISO/ANSI **P R**

**Profundidad de corte**  
 $a_p$  mm

**Avance**  
 $f_z$  mm/r

**Geometría -PR**  
Para desbaste de acero.  
Geometría de plaquita positiva y robusta. Una faceta reforzada en el filo de corte hace que la plaquita sea muy aconsejable para cortes intermitentes y operaciones que demandan tenacidad.

Área de aplicación:  
CCMT 09 T3 08-PR  
 $a_p = 1,0 - 4,0$  mm  
 $f_z = 0,12 - 0,35$  mm/r

**CONDICIONES FAVORABLES**  
Cortes continuos.  
Altas velocidades de corte.  
Preme mecanizado o costra de forjado ligera.

**CONDICIONES NORMALES**  
**¡Primera elección!**  
Para operaciones de tipo general.

**CONDICIONES DIFÍCILES**  
Cortes intermitentes.  
Bajas velocidades de corte.  
Escama de forjado pesada.

**Calidades de plaquita**

Resistencia al desgaste

Tenacidad

**CoroTurn 107**  
Nuevo sistema con un rendimiento excepcional!

Potencia bruta (kW) aprox. requerida.  
M/C 85% eficiencia.

	$2 \times 0,2$	$3 \times 0,3$	$4 \times 0,4$
$v_c$ 150	2,4	5,5	9,9
$v_c$ 200	3,3	7,4	13,2
$v_c$ 250	4,1	9,3	16,5
$v_c$ 300	4,9	11,1	19,8

76

CoroKey

### CÓMO UTILIZAR LA GUÍA PARA TORNEADO

- 1 DEFINA EL MATERIAL Y EL TIPO DE OPERACIÓN**  
Defina su material de acuerdo con las áreas ISO P, M y K, e identifique el tipo de operación en el índice de la guía.
- 2 DEFINA LA APLICACIÓN Y LAS CONDICIONES DE MECANIZADO**  
Determine la geometría y calidad de plaquita recomendada como primera elección, mediante:  
Aplicación: Acabado  
Mecanizado medio  
Desbaste  
Condiciones: Favorable  
Normal  
Difícil
- 3 SELECCIONE LA PLAQUITA CON EL CÓDIGO DE PEDIDO Y LAS RECOMENDACIONES SOBRE DATOS DE CORTE**  
Seleccione la plaquita en la página de pedido y visualice las recomendaciones de velocidad, avance y profundidad de corte.
- 4 SELECCIONE SU PORTAPLAQUITAS**  
Seleccione el portaplaquitas en base al tamaño y forma de la plaquita.

SANIDOK

15

### DESBASTE EN ACERO

Plaquetas positivas CoroTurn 107

ISO/ANSI **P R**

**CÓDIGO DE PEDIDO**  
Para portaplaquitas, ver página 106 - 116.  
Una sola cara  $r_c$

**DATOS DE CORTE COROKEY, CMC 02.1 / HB 180\***

**GC4025 = Primera elección bajo condiciones normales**

	GC4015	GC4025	GC4035
CCMT 09 T3 08-PR	☆	☆	☆
09 T3 12-PR	☆	☆	☆
DCMT 11 T3 08-PR	☆	☆	☆
11 T3 12-PR	☆	☆	☆
SCMT 09 T3 08-PR	☆	☆	☆
09 T3 12-PR	☆	☆	☆
12 04 08-PR	☆	☆	☆
12 04 12-PR	☆	☆	☆
TCMT 11 03 08-PR	☆	☆	☆
11 03 12-PR	☆	☆	☆
16 T3 08-PR	☆	☆	☆
16 T3 12-PR	☆	☆	☆
VBMT 16 04 08-PR	☆	☆	☆
16 04 12-PR	☆	☆	☆

Valores recomendados de datos de corte

— Sólo para SCMT 120408-PR

--- Sólo para SCMT 120412-PR

**Recomendación de datos de corte**

- Seleccionar el avance más alto posible
- Elegir la velocidad correspondiente para reducir el costo/pieza
- Para máxima productividad multiplicar la velocidad por 1,11

**Ejemplo de pedido: 10 piezas CCMT 09 T3 08-PR 4025**

☆ = Primera elección  
☆ = Alternativa

\* Para otras correcciones de los datos de corte, ver página 13.

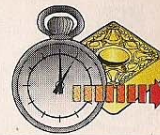
SANIDOK

77





## PRODUCTIVIDAD – ¿CÓMO PUEDO MEJORARLA ?



### UN MAYOR ARRANQUE DEL METAL

Si necesita cambiar la velocidad de corte para obtener regímenes de arranque de metal más elevados, los nuevos valores pueden calcularse con ayuda de la tabla.

Vida de la herramienta (Min.)	10	15	20	25	30	45	60
Factor de corrección	1,11	1,0	0,93	0,88	0,84	0,75	0,70

**EJEMPLO:** Si la velocidad de corte recomendada ( $v_c$ ) = 225 m/min., una duración de la herramienta de 10 minutos da :  $225 \times 1,11 \approx 250$  m/min

**Nota:** Al aumentar el avance ( $f_n$  mm/r), la velocidad superficial ( $v_c$  m/min) debe reducirse y viceversa, tal y como se indica en las recomendaciones de datos de corte.

	Avance		
$f_n$	0,25	0,4	0,7
$v_c$	310	265	210
	Velocidad		

### DIFERENCIA EN LA DUREZA, HB

Los datos de corte se indican en las páginas de pedido para la calidad recomendada como primera elección, en combinación con la dureza (HB) que figura en la tabla.

Si la dureza del material que se está mecanizando es distinta a dichos valores, la velocidad de corte recomendada debe multiplicarse por un factor obtenido en la tabla que figura a continuación.

ISO/ ANSI	CMC <sup>1)</sup>	HB <sup>2)</sup>	Menor dureza				Mayor dureza				
			-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+80	+100
P	02.1	180	1,44	1,25	1,11	1,0	0,91	0,84	0,77	0,72	0,67
M	05.21	180	1,42	1,24	1,11	1,0	0,91	0,84	0,78	0,73	0,68
K	08.2	260	1,21	1,13	1,06	1,0	0,95	0,90	0,86	0,82	0,79

1) = Clasificación de Materiales Coromant

2) = Dureza Brinell

### EJEMPLO:

Si elige la plaquita CNMG 120416-PM para la operación de torneado en cuestión, los datos de corte recomendados por CoroKey se indican para la calidad GC4025, recomendada como primera elección para un acero de baja aleación (CMC código 02.1) de HB 180:

Profundidad de corte ( $a_p$ ) = 3 mm

Avance ( $f_n$ ) = 0,40 mm/r

Velocidad de corte ( $v_c$ ) = 225 m/min

Si la dureza de la pieza a trabajar es distinta, p.e. HB 240, la diferencia entre la dureza indicada, HB 180 y HB 240, es + 60. El factor en la tabla es 0,77.

Velocidad de corte ajustada a HB 240 =

$225 \text{ m/min} \times 0,77 = 173,25 \text{ m/min}$   
 $\approx 173 \text{ m/min}$

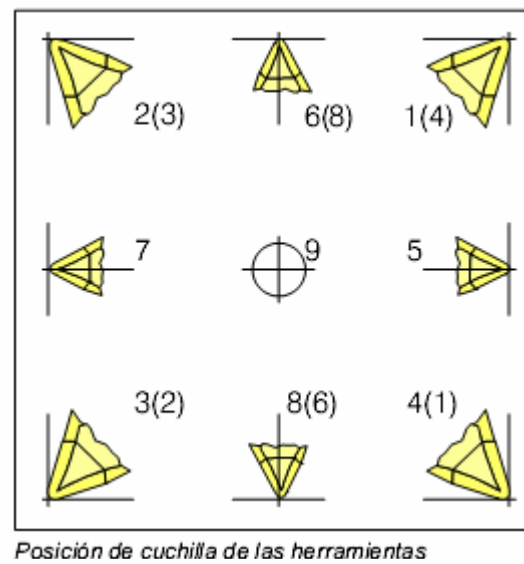




### CNC Y CAD CAM

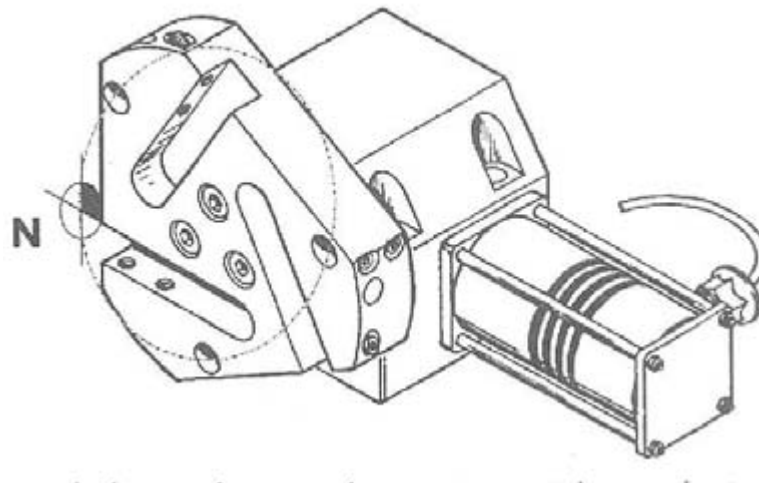
Para determinar el tipo de herramienta, según el dibujo siguiente, debe tenerse en cuenta como está sujeta en la máquina.

En las máquinas con la herramienta por delante del centro de giro, se emplean los valores entre paréntesis.



Posición de cuchilla de las herramientas

Todas las herramientas se miden con respecto al punto de soporte de la herramienta "N".



#### Entrada de datos de herramienta

Desde cualquier modo operacional se puede visualizar, con la tecla , la visualización en la pantalla de la máscara de entrada de datos de herramienta.

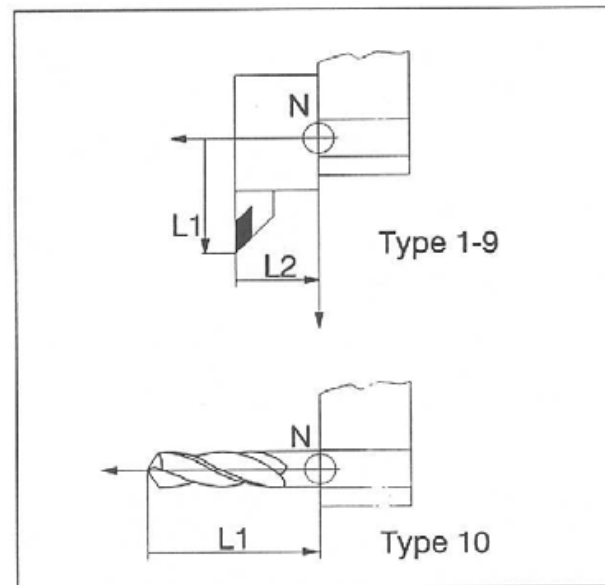
Para hacer modificaciones, se coloca el cursor en el campo de entrada deseado, y se introduce el valor deseado de corrección en el registro de correcciones.

Las longitudes  $L_1$  y  $L_2$ , son las que ilustran el dibujo *Dirección de la corrección de longitud de tipos de herramienta*.





**CNC Y CAD CAM**



*Dirección de la corrección de longitud de tipos de herramienta*

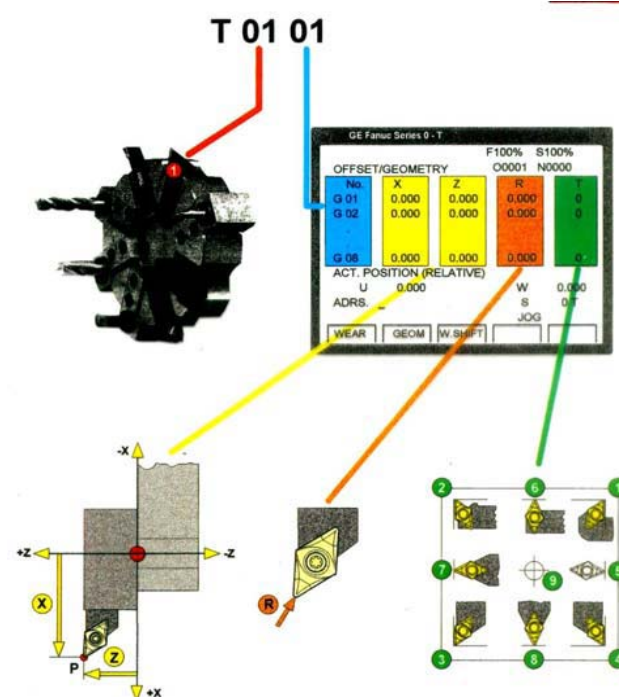
Estos valores se llaman *correcciones de herramientas o tool-offsets*.

Con Desgaste DESGAS se produce la corrección de datos de herramienta no exactamente medidos o por desgaste del filo de corte tras muchas pasadas de mecanizado. Las correcciones de longitud y los radios de corte introducidos se sumarán o restarán.

X +/- Incremental en diámetro

Z +/- Incremental

R +/- Incremental






**Simbología para el acabado superficial (Normas IRAM)**


TERMINADO DE LAS SUPERFICIES	SÍMBOLO
Superficie en bruto, como resultado del tratamiento primario: colado, forjado, etc.	Sin símbolo 
Superficie que ha de quedar en bruto, pero que debe ser cuidadosamente fabricada (forjado, fundido limpio), o cuando han de eliminarse por un repasado con lima o muela defectos inevitables, sin desbastar.	
Superficies desbastadas: las marcas o estrías producidas por la herramienta se aprecian claramente al tacto o a simple vista.	
Superficies alisadas: las marcas o estrías aún son visibles a simple vista.	
Superficies alisadas finamente: las marcas o estrías no son visibles a simple vista.	
Superficies superacabado: las marcas no deben ser en absoluto visibles a simple vista.	



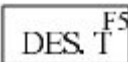




**Medición de datos de la Herramienta torneando una pieza:**

- 1- Se coloca una pieza en el plato para poder tornearla y tomar los valores geométricos de la Herramienta.
- 2- En el modo operacional MDI posicionamos a la herramientas que queremos setear (GO T0101) y la condiciones de giro para tornear la pieza (G97 S1000 M3)
- 3- En modo manual cilindramos la pieza.
- 4- Retiramos la herramienta para poder medir la pieza sin movernos en X.
- 5- Medimos la pieza con el instrumento mas exacto posible sobre la parte torneada.
- 6- Pulsar la tecla  y en pantalla GEOMET
- 7- Con la flecha de cursos nos posicionamos en la herramienta en cuestión sobre el valor geométrico de X y cargamos el valor medido anteriormente MEDIA
- 8- Repetimos el mismo procedimiento para tomar los correctores del eje Z pero frenteando la pieza.

**Desplazamiento del Plano de Trabajo**

- 1- Pulsar la tecla 
- 2- Pulsando la flecha de la pantalla buscar hasta encontrar DES TR
- 3- En el valor de Z cargamos la distancia que queremos desplazarnos hacia la derecha con signo negativo o hacia la izquierda con signo positivo. Desde el lugar que esta posicionado el centro en esos momentos.

F: 100% S: 100%	
DESPLAZAM. TRABAJO	
O 0000 N0000	
(VALOR DESPL.)	(VALOR MEDIC.)
X 0.000	X 0.000
Z 0.000	Z 0.000
POSITION ACTUAL (RELATIVA)	
U 576.000	W 106.000
DIR. 5_	S 0 T
KONV	
	
	
	



## Simulación

No se tienen en cuenta desplazamientos del cero, forma de herramientas, correcciones de las mismas ni valores de corte.

Después pulso . 

En la pantalla que aparece, puedo modificar algunos datos;

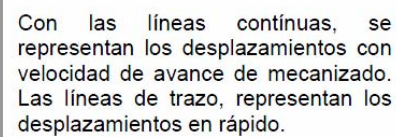
En LONGITUD colocamos el exceso de sobrematerial a la derecha del extremo Z, como W...

En DIÁMETRO , coloco el  $\varnothing$  en bruto como D...

En CENTRO GRÁFICO Z=... coloco la longitud de la pieza en Z negativo.

El siguiente paso, es pulsar **GRAPH**, y aparece la ventana siguiente.

La simulación arranca pulsando la tecla 







**Introducción a la Programación**

**Función N** - Aplicación: Numero secuencial de bloques.

Cada bloque de información se identifica por la función “N”, seguida de hasta 4 dígitos, que el control envía automáticamente al programa manteniendo un incremento de 10 en 10. Caso el programador decida alterar la numeración de un determinado bloque, el control asumirá los incrementos en relación a la alteración efectuada.

Ejemplo: N 10;

N 20;

N 30;

**Función: O** – Aplicación: Identificación del programa

Cualquier programa o subprograma en la memoria del control se identifica a través de una letra “O” compuesto por hasta 4 dígitos, pudiendo variar de 0001 hasta 9999.

**Función: /** Barra oblicua (/)-Aplicación: Inhibir la ejecución de bloques

Se usa la función barra oblicua (/) cuando se necesita inhibir la ejecución de bloques en el programa, sin alterar la programación.

Si el carácter “/” es puesto delante de algún bloque, este será ignorado por el control, si el operador Eligió previamente la opción BLOCK DELETE en el panel de control.

Si la opción BLOCK DELETE no fue seleccionada, el control ejecutara los bloques normalmente, incluso aquellos que contenga el carácter “/”.

**Función: F**

Generalmente en los tornos CNC se usa el avance en mm/ giro, pero este también puede usarse en mm/min.

El avance es un dato importante de corte y se obtiene considerándose el material la herramienta y la operación a ejecutarse.

**Función: T**

La función T se usa para seleccionar las herramientas informándose a la maquina su punto cero (PRE-SET), radio de inserto, sentido de corte y correctores.

El código T se programa acompañado de un máximo de cuatro dígitos. Los dos primeros dígitos definen la ubicación de la herramienta en la torre y su punto cero (PRE-SET), y los dos últimos dígitos definen el numero del corrector de ajustes de las medidas y correcciones de desgastes del inserto.

Ej.: T0101

## Descripción de Comandos de Funciones G

### G00 Avance Rápido

#### Formato

*G00 X (U) ... Z(W) ...*

Los carros se desplazan a la velocidad máxima al punto final programado (posición de cambio de herramienta, punto inicial para el siguiente arranque de viruta).

#### Notas

- Mientras se ejecuta G00 se suprime un avance programado F.
- La velocidad de avance rápido la define el fabricante de la máquina.
- El interruptor de corrección de avance"100% esta limitado al 100%.
- Debe verificarse previamente que no haya obstáculos en el camino de la herramienta.

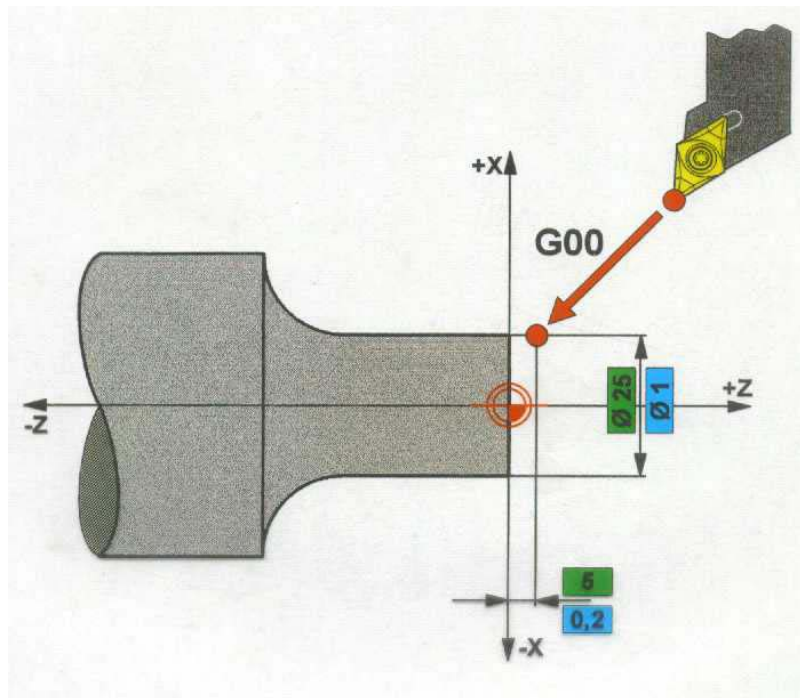
#### Ejemplo:

*G90 Absoluto*

*N50 G00 X40 Z56*

*G91 Incremental*

*N50 G00 X-30 Z-30.5*



### G01 Interpolación Lineal

#### Formato

*N... G01 X(U)... Z(W)... F...*

Movimiento recto (refrentado, torneado longitudinal, torneado cónico) con velocidad programada de avance.



Ejemplo:

G90 Absoluto

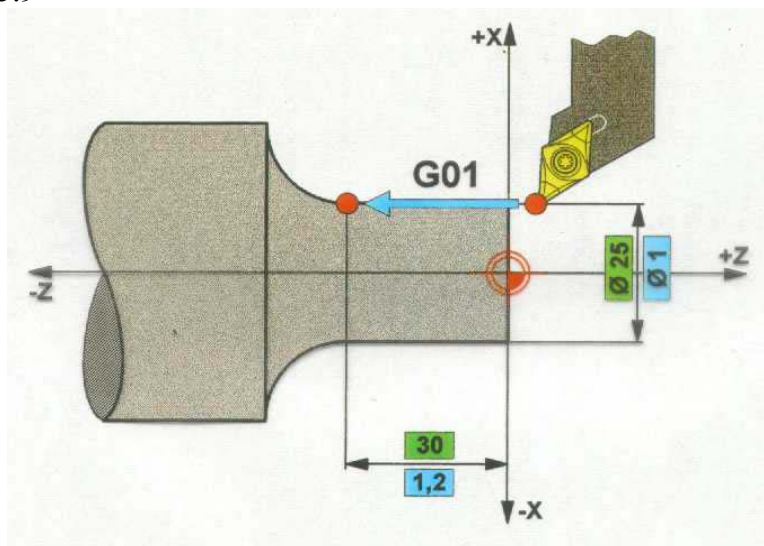
G95

G01 X40 Z20.1 F0.1

G91 Incremental

G95 F0.1

G01 X10 Z-25.9



### **G02 Interpolación circular sentido antihorario**

### **G03 Interpolación circular sentido horario**

Formato

G02 X(U).... Z(W).... I.... K.... F....

ó

G02 X(U).... Z(W).... R.... F....

X, Z, (U), (W) .... Punto final del arco

I, K ..... Parámetros incrementales del arco.

(Distancia desde el punto inicial al centro del arco, I está en relación con el eje X, K con el eje Z).

R ..... Radio del arco

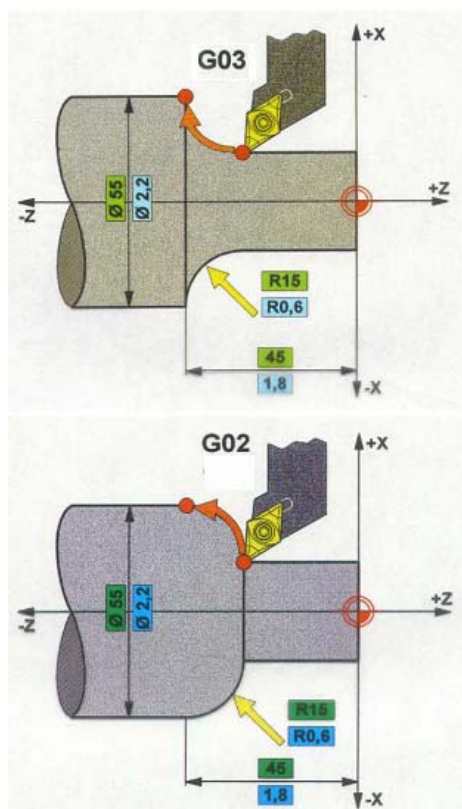
La herramienta se desplazará al punto final a lo largo del arco definido con el avance programado en F.

Notas:

Si el I ó el K tienen valor 0, el parámetro en cuestión no debe introducirse.

Si se introduce R como valor positivo, se obtiene un arco  $<180^\circ$ ; si se introduce como valor negativo, el arco será  $>180^\circ$ .





### **G04 Temporizador**

Formato

**N.... G04 X(U).....** (seg.)

ó

**N.... G04 P....** (mseg.)

El movimiento de la herramienta se detiene durante un tiempo definido por X, U ó P – bordes agudos – transiciones – limpieza en el fondo de la ranura, parada exacta.

#### **Nota:**

- Con la dirección P no puede emplearse el punto decimal.
- La temporización comienza en el momento en que la velocidad de avance del bloque anterior ha llegado a cero.
- t máx. = 2000seg., t min. = 0,1 seg.
- Resolución de entrada 100 mseg. (0,1 seg.)

Ejemplo:

**N75 G04 X2.5** (temporización = 2.5 seg.)

**N95 G04 P1000** (temporización = 1 seg. = 1000 mseg.)



### **Compensación de radio de herramienta.**

Para la medición de herramientas, la placa de corte se mide solo en dos puntos (tangentes a los ejes X y Z).

La medición de herramienta sólo describe, pues, una punta teórica de la plaquita.

Este punto es desplazado en las trayectorias programadas de la pieza de trabajo.

Para los movimientos en las direcciones de los ejes (torneado longitudinal ó refrentado), se trabajan con los puntos tangenciales de la placa de corte.

Por consiguiente no se producen errores dimensionales en la pieza de trabajo.

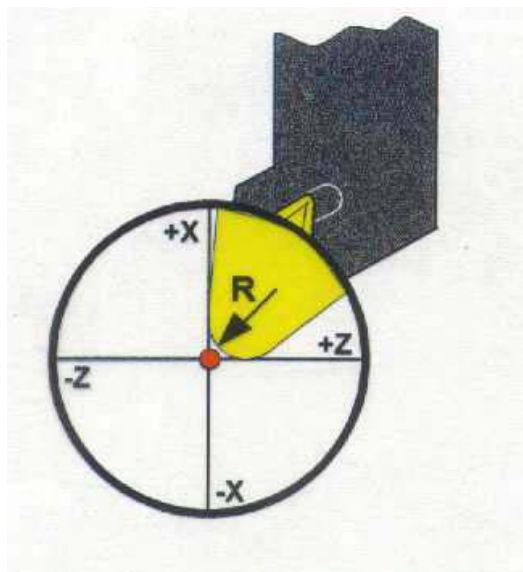
Para movimientos simultáneos ambas direcciones de ejes (conos, radios), la posición del punto teórico de corte ya no coincide con el punto real de corte de la placa de herramienta.

En la pieza de trabajo se producen errores dimensionales.

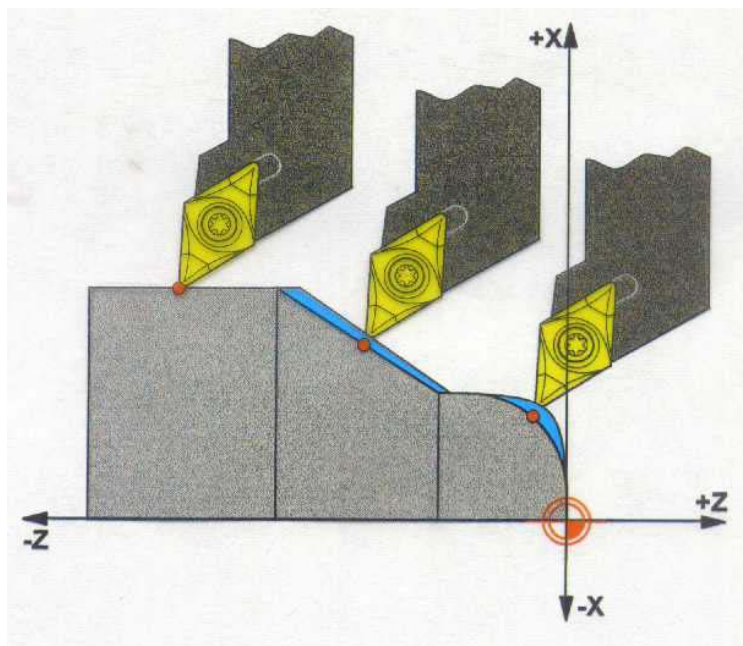
Error máximo de contorno sin compensación de radio de herramienta en movimientos de 45°.

Radio de corte 0,4 mm  $\cong$  0,16 mm, distancia de trayectoria  $\cong$  0,24 mm en X y Z.

Si se utiliza la corrección del radio de herramienta, el control calcula y compensa automáticamente estos errores dimensionales.



***Radio de punta y punta teórica de la plaquita***



***Movimientos de corte paralelos al eje y oblicuos.***

En arcos la aproximación se hace siempre a la tangente del punto inicial/final del arco. La aproximación y la retirada de contorno deben ser superiores al radio de corte R; si no, se interrumpe el programa con alarma.

Si los elementos de contorno son inferiores al radio de corte, se puede dañar el contorno. El software calcula por adelantado 3 bloques para detectar los posibles problemas e interrumpir en ese caso el programa con una alarma.

G40 Cancelar compensación del radio de corte.

La compensación del radio de corte se cancela con G40.

Sólo se permite la cancelación con un comando de trayectoria lineal (G00, G01).

G40 puede programarse en el mismo bloque que G00 ó G01 ó en el bloque anterior.

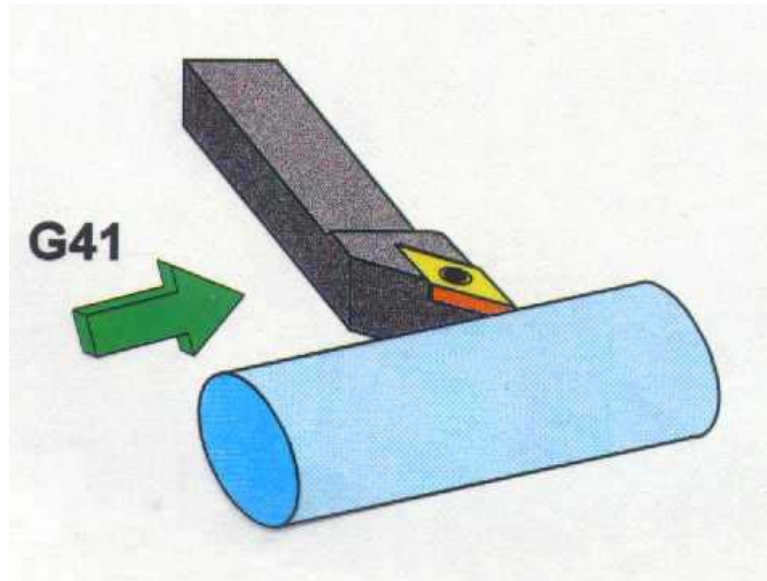
G40 se define generalmente en el bloque de retirada en relación al punto de cambio de herramienta.

**G41 Compensación de radio de Herramienta a la izquierda.**

Si la herramienta (vista en la dirección de avance) está a la izquierda del material a mecanizar, hay que programar G41.

Notas

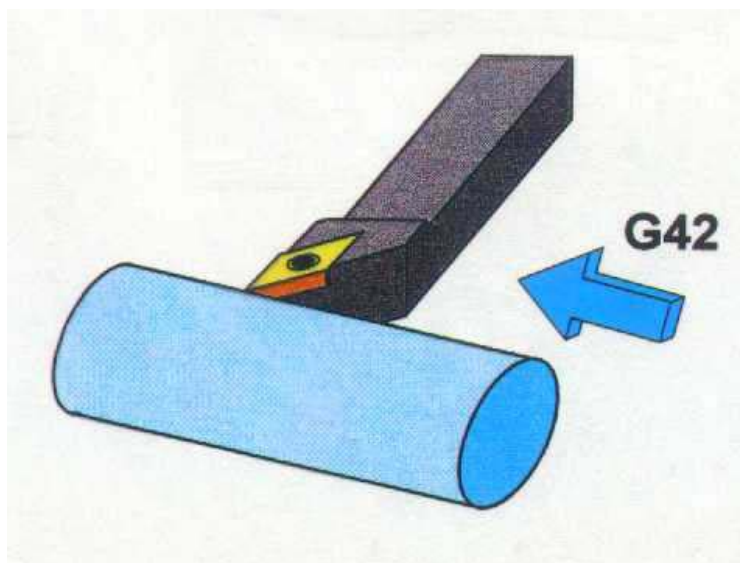
- No está permitido cambiar directamente entre G41 y G42 (primero cancelar con G40).
- Es imprescindible definir el radio de corte R y la posición de cuchilla T (tipo de herramienta).
- Es necesaria la selección en relación con G00 ó G01.
- No es posible el cambio de corrección de herramienta en caso de compensación de radio de corte seleccionada.



**G42 Compensación de radio a la derecha.**

Si la herramienta programada (vista en la dirección de avance) está a la derecha del contorno a mecanizar, hay que programar G42.

Nota: ¡ ver G41!



**RUTINAS AUTOMATICAS**

**Función: G70 – Aplicación: ciclo de acabado**

Este ciclo se usa después de la aplicación de los ciclos de desbaste G71-G72 y G73, para hacerle acabado final de la pieza, sin necesidad de repetir toda la secuencia del perfil a ejecutarse.

La función G70 requiere:  
G70 P Q; donde:



P = numero del bloque que define el inicio del perfil.

Q = numero del bloque que define el final del perfil

Las funciones F, S y T especificadas en los bloques G71, G72 y G73 no tienen efecto, pero las especificadas entre el bloque de inicio del perfil (P) y de final del perfil (Q) son validas durante el uso del código G70.

### **Función: G71 – Aplicación: ciclo de desbaste longitudinal**

La función G71 debe programarse en dos bloques subsiguiente, puesto que los valores relativos a la profundidad de corte y sobre espesor para acabado en los ejes transversal y longitudinal se informan por la función U y W, respectivamente.

La función G71 en el primer bloque requiere:

G71 U R; donde:

U = valor de la profundidad de corte durante el ciclo (radio)

R = valor del alejamiento en el eje transversal para retorno al Z inicial (radio)

La función G71 en el segundo bloque requiere:

G71 P Q (U) (W) F (S) (T); donde:

P = numero del bloque que define el inicio del perfil

Q = numero del bloque que define el final del perfil

U = sobre espesor para acabado en el eje x (positivo para el externo y negativo para el interno / diámetro)

W = sobre espesor para acabado en el eje z (positivo para sobre espesor a la derecha y negativo para mecanizado izquierdo)

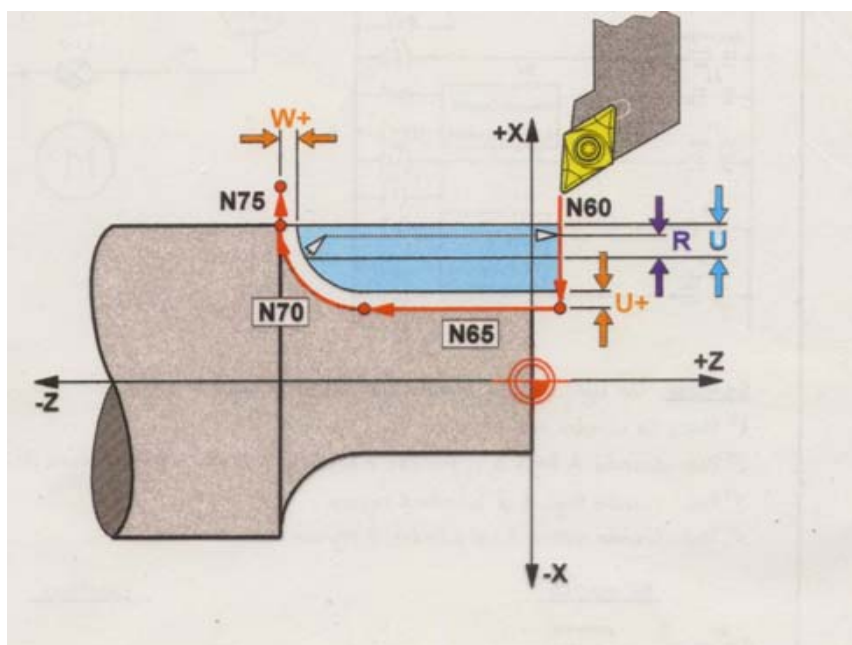
F = avance de trabajo

S = valor de la velocidad de corte o giro

T = define el numero de la herramienta para la ejecución del ciclo.

Nota: Después de la ejecución del ciclo, la herramienta retornara automáticamente al punto inicial.

No se permite la programación de la función Z en el primer bloque que define el perfil a mecanizarse.





**Función: G72 – Aplicación: ciclo automático de desbaste transversal.**

La función G72 debe programarse en dos bloques subsiguientes, puesto que los valores relativos a la profundidad de corte y el sobre espesor para acabado en el eje longitudinal se informan por la función W.

La función G72 en el primer bloque requiere:

G72 W R; donde:

W = profundidad de corte durante el ciclo

R = valor del alejamiento en el eje longitudinal para retorno al X inicial

La función G72 en el segundo bloque requiere:

G71 P Q (U) (W) F (S) (T); donde:

P = numero del bloque que define el inicio del perfil

Q = numero del bloque que define el final del perfil

U = sobre espesor para acabado en el eje x (positivo para el externo y negativo para el interno / diámetro)

W = sobre espesor para acabado en el eje z (positivo para sobre espesor a la derecha y negativo para mecanizado izquierdo)

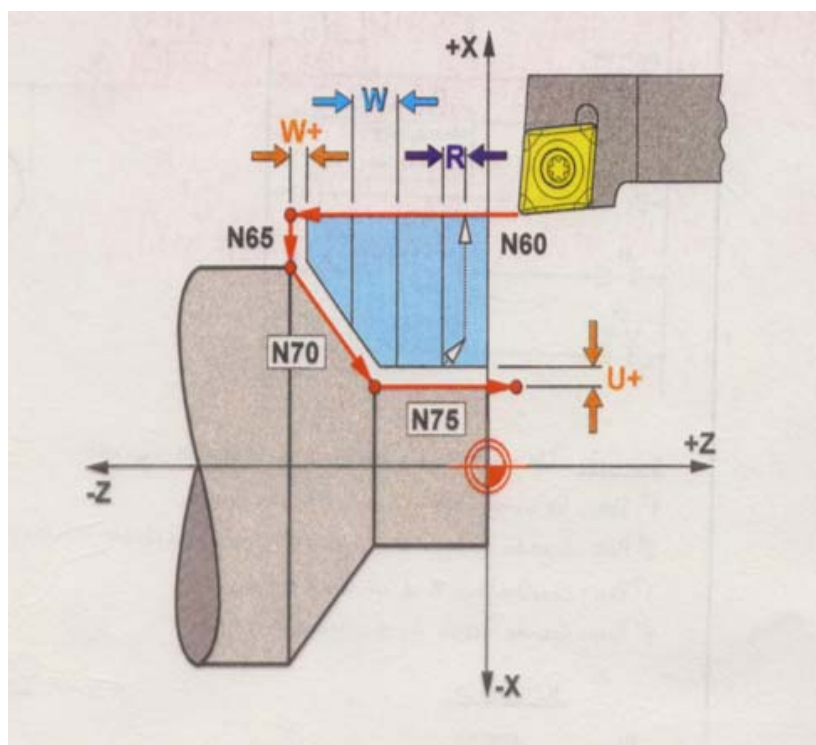
F = avance de trabajo

S = valor de la velocidad de corte o giro

T = define el numero de la herramienta para la ejecución del ciclo.

Nota: Después de la ejecución del ciclo, la herramienta retornara automáticamente al punto inicial.

No se permite la programación de la función X en el primer bloque que define el perfil a mecanizarse. IMPORTANTE la programación del perfil del acabado de la pieza, deberá definirse desde la izquierda hacia la derecha.







**Función: G73 – Aplicación: ciclo de desbaste sobre patrón.**

Se efectúan mecanizados paralelos al contorno final, empleandose para piezas semiacabadas (de forja y fundición)

Formato

G73 U+/-... W+/-... R...

G73 P... Q... U... W... F... S... T...

Primer bloque

U... [mm]...punto inicial del ciclo en el eje X (incremental en el radio, con signo).

En el dibujo representado como U.

W...punto inicial del ciclo en el eje Z (incremental, con signo) representado en el dibujo como W.

R...Nº de repeticiones (igual al número de cortes).

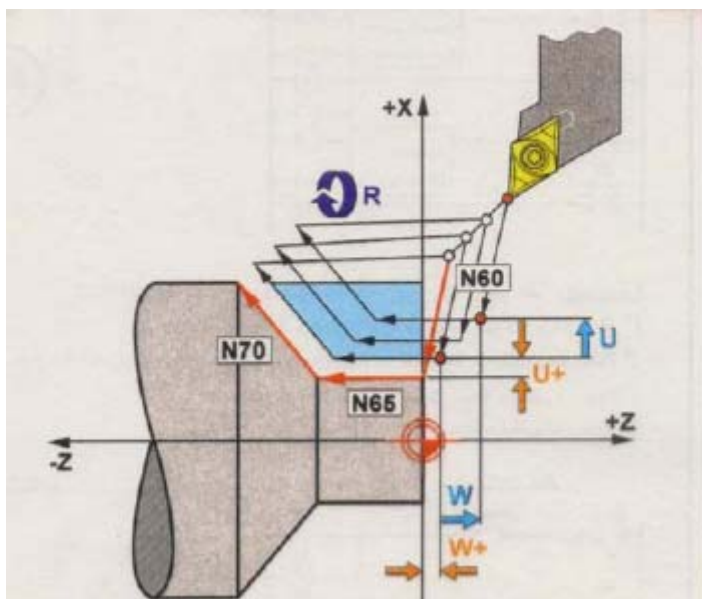
Segundo bloque

P... N° del primer bloque del contorno

Q... N° del último bloque del contorno

U... [mm]...sobremetal de acabado en la dirección del eje X representado como U+

W... [mm]... sobremetal de acabado en la dirección del eje X representado como W+







**CNC Y CAD CAM**

**Función: G74 – Aplicación: Taladrado de agujeros profundos / Ciclo de corte de refrentado (eje Z)**

Formato

G74 R...

G74 X(U)... Z(W)... P... Q... R... F...

Primer bloque R... (mm) altura de retirada para el arranque de virutas, en incremental sin signo. (En la fig. R1)

Seg. Bloque X(U), Z(W) coordenadas del punto K de esquina de contorno o en Z(W) final de taladrado.

P... ( $\mu$ m) avance incremental en dirección X, sin signo, ( $P <$  ancho de herramienta).

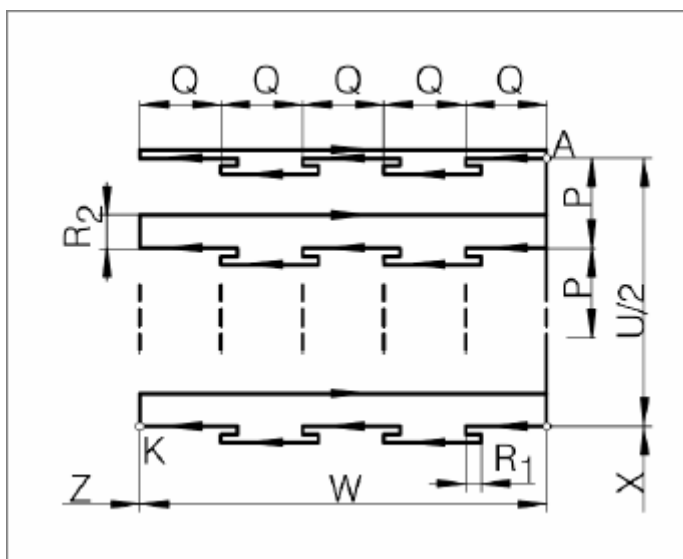
Q... ( $\mu$ m) profundidad de corte en Z.

R... medida de rebaje (en la fig. R2)

F... avance.

Notas

- Si se omiten las direcciones X(U) y P, G76 puede utilizarse como ciclo de taladrado.
- En el ciclo de corte, la pasada P debe ser menor que el ancho de la herramienta.
- En el primer corte no se realizará rebaje en el punto final Z.
- La medida de rebaje ha de tener siempre un valor positivo.



**Función: G75 – Aplicación: Ciclo de corte longitudinal (eje X)**

Formato

G75 R...

G75 X(U)... Z(W)... P... Q... R... F...

Primer bloque R ... (mm) altura de retroceso para el arranque de virutas, en incremental sin signo. (En la fig. R1)

Seg. Bloque X(U), Z(W) coordenadas del punto K de esquina de contorno.

P... ( $\mu$ m) profundidad de corte en dirección X, el avance positivo será menor al ancho de la herramienta.

Q... ( $\mu$ m) avance incremental en dirección Z.

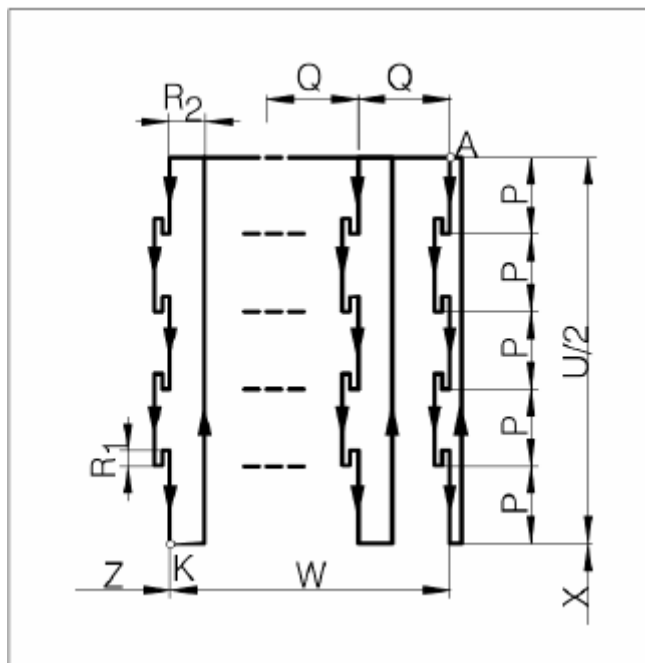
R... rebaje en el punto final X (en la fig. R2)

F... avance.

Notas



- El avance Q debe ser menor que el ancho de la herramienta.
- En este ciclo no se tiene en cuenta el ancho de la herramienta.
- En el primer corte no se realizará rebaje.
- La medida de rebaje ha de tener siempre un valor positivo.



**Función: G76 – Aplicación: ciclo de roscado automático**

La función G76 requiere:

G76 P (m) (r) (a) Q R; donde:

(m) = número de repeticiones del último pase

(r) = longitud de la salida angular de la rosca valor programado (r/paso)x10)

(a) = Ángulo de la herramienta (55° - 60°)

Q = mínima profundidad de corte (radio / milésimos de milímetro)

R = profundidad del último pase (radio / milésima de milímetro)

G76 X (U) Z (W) R P Q F; donde:

X = diámetro final del roscado

(U) = distancia incremental desde el punto posicionado hacia el diámetro final de la rosca (radio)

Z = longitud final del roscado

(W) = distancia incremental en el eje longitudinal para la rosca cónica

R = valor de la conicidad incremental en el eje X (radio / negativo para externo y positivo para interno)

P = altura del filete de la rosca (radio / milésimos de milímetro)

Q = profundidad de la primera pasada (radio/ milésimos de milímetros)

F = paso de la rosca.



**Cálculos:**

ALTURA DEL FILETE:

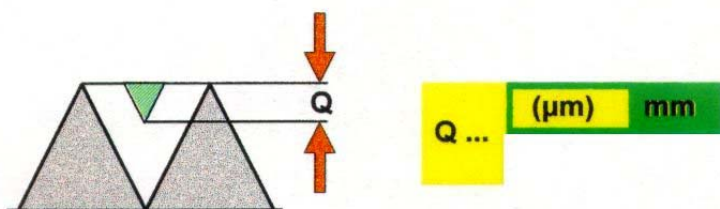
$$P = (0.65 \times \text{PASO})$$

$$\text{DIAMETRO FINAL} = \text{Diámetro inicial} - (\text{altura del filete} \times 2)$$

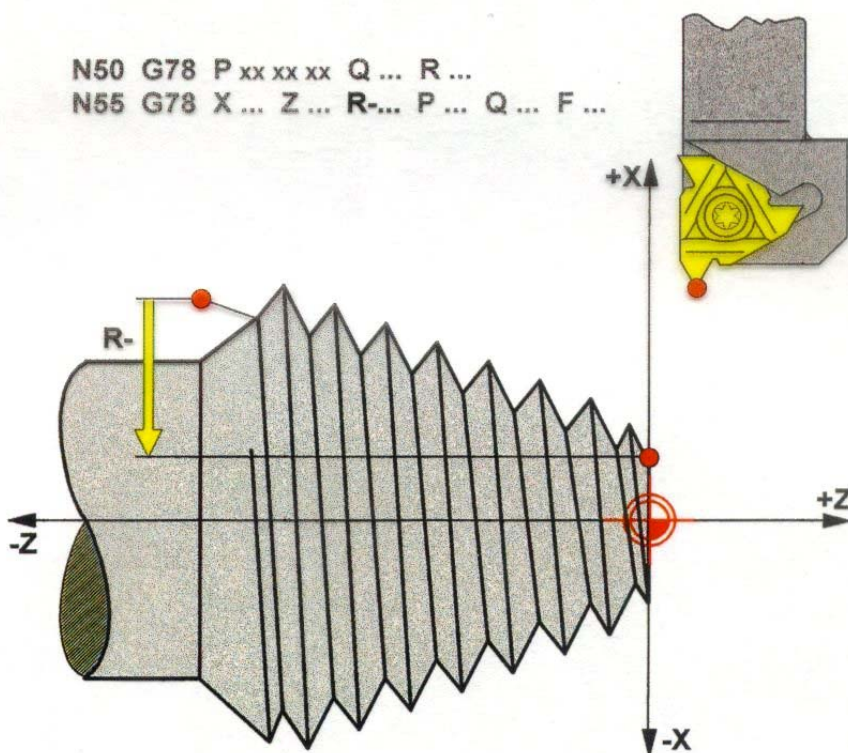
Calculo del número de pasadas "Q"

$$Q = P / \text{Raíz del N° de pasadas}$$

```
N50 G78 P xx xx xx Q ... R ...  
N55 G78 X ... Z ... R0 P ... Q ... F ...
```



```
N50 G78 P xx xx xx Q ... R ...  
N55 G78 X ... Z ... R-... P ... Q ... F ...
```



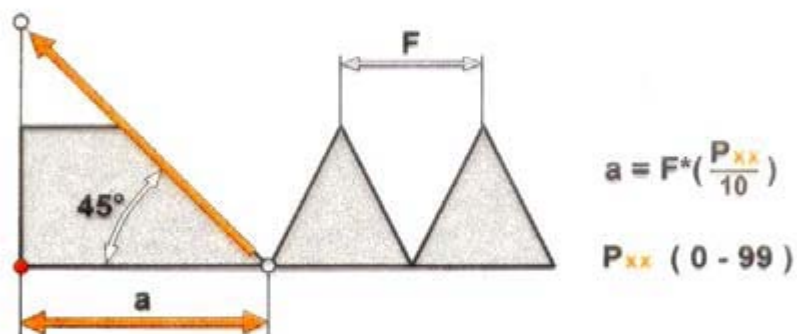


**CNC Y CAD CAM**

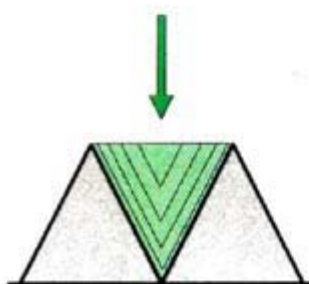
N50 G78 P **xx** xx xx Q ... R ...  
N55 G78 X ... Z ... R0 P ... Q ... F ...



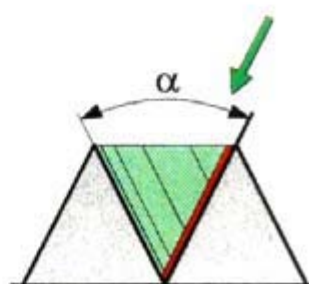
N50 G78 P xx **xx** xx Q ... R ...  
N55 G78 X ... Z ... R0 P ... Q ... F ...



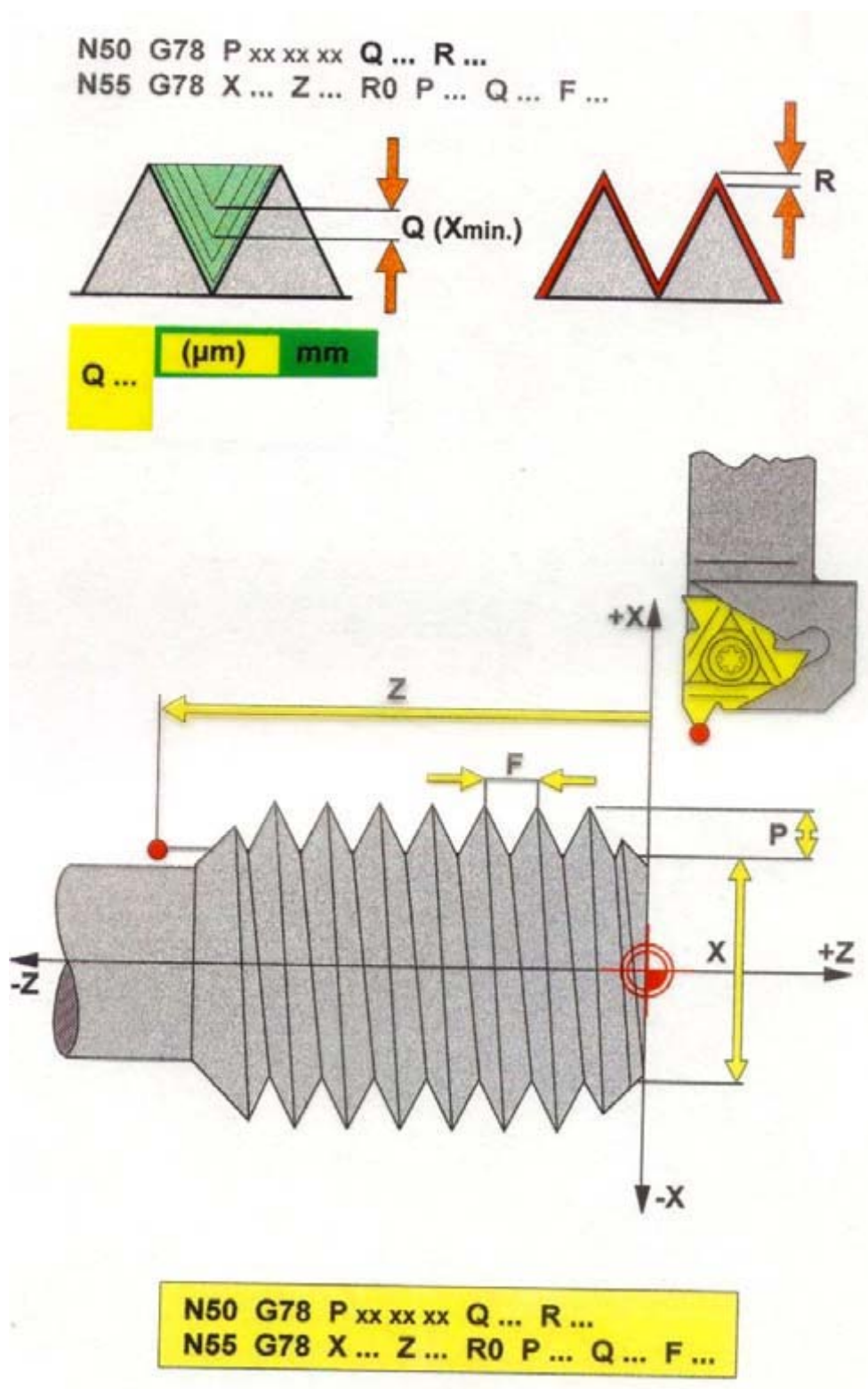
N50 G78 P xx xx **xx** Q ... R ...  
N55 G78 X ... Z ... R0 P ... Q ... F ...



**Pxx** = 0



**Pxx** =  $\alpha$  (80°, 60°, 55°, 30°, 29°)





### **Descripción de los Comandos M**

Los comandos M son de función de lógica ó complementaria, y pueden activarse en un bloque de programa solos ó junto con otros comandos.

Los comandos del mismo grupo se anulan unos a otros, es decir, el último comando M programado anula al anterior comando M del mismo grupo.

#### **M00 Parada programada incondicional**

Este comando produce una parada en la ejecución de un programa de piezas.

El husillo principal, los avances y el refrigerante se desconectan.

La puerta de protección contra virutas puede abrirse sin que se dispare la alarma.

La ejecución del programa puede continuar con "Arrancar Programa"

#### **M01 Parada programada Condicional**

Opera como M00, pero unicamente si se operó la función PARADA PROGRAMADA SI desde INFLUEN PROGRAM.

#### **M02 Fin del programa principal**

Con M02 se desconectan todos los motores y el control vuelve al comienzo del programa. Además, el contador aumenta en "1".

#### **M03 Husillo principal conectado a la derecha (sentido de giro antihorario)**

El husillo se activa siempre que se hayan programado cierto número de revoluciones o una velocidad de corte, que la puerta de protección contra virutas esté cerrada y que haya una pieza de trabajo debidamente amarrada.

Se utiliza para herramientas de corte a la derecha o herramientas invertidas, si la herramienta está detrás del eje de giro.

#### **M04 Husillo principal conectado a la izquierda (sentido de giro horario)**

Igual que en la función M03.

#### **M05 Cabezal desconectado**

El motor se detiene eléctricamente. Al final del programa, el motor del cabezal se detiene automáticamente sin necesidad de llamarlo.

#### **M08 Refrigerante conectado**

Se conecta la bomba de líquido refrigerante.

#### **M09 Refrigerante desconectado**

Se desconecta la bomba de líquido refrigerante.

#### **M30 Fin de programa principal**

M30 actúa de manera semejante a M02.

#### **M98 Llamada a subprograma**

En algunos casos, se puede recurrir a la confección de subprogramas para operaciones repetidas en la pieza, por ejemplo para la repetición de ranuras semejantes sobre un eje.





**Formato**

N.... M98 P...

P..., los primeros cuatro dígitos hacia la derecha definen el número del subprograma, los siguientes el número de repeticiones.

**Notas**

- M98 puede designarse también en relación con instrucciones de desplazamiento (por ej. G01 X25 M98 P1235001).
- Cuando no se especifica número de repeticiones, el subprograma se ejecutará solo una vez.
- Cuando no existe el número de subprograma programado, se activa una alarma.
- Está permitido un nivel de anidamiento doble.

**M99 Fin de subprograma / orden de salto.**

**Formato**

N... M99 P...

M99 en el programa principal:

Sin dirección de salto

Salto al comienzo del programa con la dirección de salto Pxxxx

Salto al bloque n° xxxx

M99 en el subprograma:

Sin dirección de salto

Salto al programa de llamada, al bloque que sigue al bloque de llamada (ver fig.) con la dirección de salto Pxxxx

Salto al programa de llamada, al bloque n° xxxx

**Notas**

- M99 debe ser el último comando del subprograma. El control vuelve automáticamente al programa principal.

