

MECANIZADO POR CNC

Aseguramiento de la tolerancia dimensional y del acabado superficial

Aspectos relacionados:

1. Las características de la máquina y la herramienta.
2. Las funciones del control
3. Programación ISO para mecanizado por CNC.
4. Las variables del corte óptimas para cada tipo de operación

1.

- **Constituyentes y características estructurales:** Juegos en los mecanismos de transmisión y sistemas de guiado, centrado de husillo, rigidez del conjunto
- **Precisión geométrica:** Rectitud de las guías, paralelismo y ortogonalidad entre guía de carros y husillo, alineación husillo-contrapunta (torno), coaxialidad husillo-herramienta, etc
- **Variación continua de la velocidad:** Servomotores de corriente continua o alterna. Solo en operaciones a velocidad (tangencial) de corte constante (contorneado, cilindrado, etc).

MECANIZADO POR CNC

Aseguramiento de la tolerancia dimensional y del acabado superficial

2.

- Sistema de control realimentado (de lazo cerrado)
- Compensación de los efectos de inercia- Rampa de deceleración

En las proximidades de la posición final para cada trayectoria programada, el control actúa sobre los motores decelerándolos en forma continua y controlada (en una o mas etapas)

Parámetros del control que definen el modo de deceleración:

- **Definir una distancia de frenado:** el control en base a la velocidad de avance de los carros calcula el tiempo a partir del cual comienza la deceleración
- **Definir un tiempo de frenado:** el control calcula la distancia para el comienzo de la deceleración.

En nuestro control, se fijó un tiempo de 5 segundos.

- **Velocidad de corte constante (en torno):** Control de la velocidad de rotación del husillo (N [rpm] ó S)

Con la programación de S, como una velocidad tangencial en metros/minuto el control calcula el número de vueltas N (rpm) para cada valor del diámetro D indicado por el captador de posición.

Influye sobre la vida útil del filo y las fuerzas de corte y la terminación superficial

Elementos de la máquina y el control involucrados :

- captadores de velocidad rotativos en el husillo (encoders)
- servomotor con variación continua de la velocidad
- captadores de posición
- algoritmos propios del software:

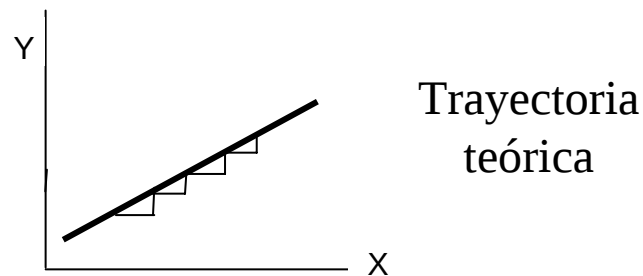
$$V_c \text{ [m/min]} \text{ ó } S = \pi D[\text{mm}] N \text{ [rpm]} / 1000$$

D: Diámetro de la pieza (posición real de la punta de la herramienta)

- **Interpolación:** “descomposición de la trayectoria teórica en pequeños segmentos”, cuanto más pequeños, la trayectoria real será más próxima a la teórica.

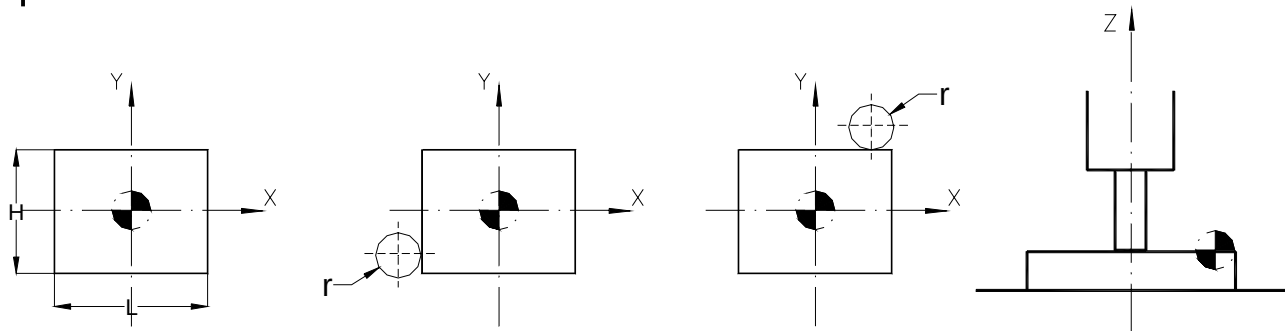
Depende de:

- o La potencia de cálculo del control, y por lo tanto del propio microprocesador
- o La precisión en el sincronismo de los accionamientos de los desplazamientos según c/ eje.



- **Reglaje de herramientas:** Hemos analizado su importancia en el resultado de las dimensiones de las piezas
- **Compensación automática de radio y longitud de herramienta:** La precisión de los datos de herramientas y del conocimiento de la evolución del desgaste tienen una influencia directa en las medidas de las piezas. (operación de reglaje).

- **Cero flotante de máquina = Cero pieza = Origen de los ejes coordenados (X0 -Y0 -Z0)**
- Se deberá definir con la mayor precisión posible la posición del cero flotante en la máquina
- Se efectúan contactos con el palpador o herramienta sobre el material de partida o el utilaje porta-pieza en las distintas direcciones de los ejes de la máquina
- Mediante una secuencia automática (propia del control) o manual, se carga en la memoria del control la posición del cero flotante.

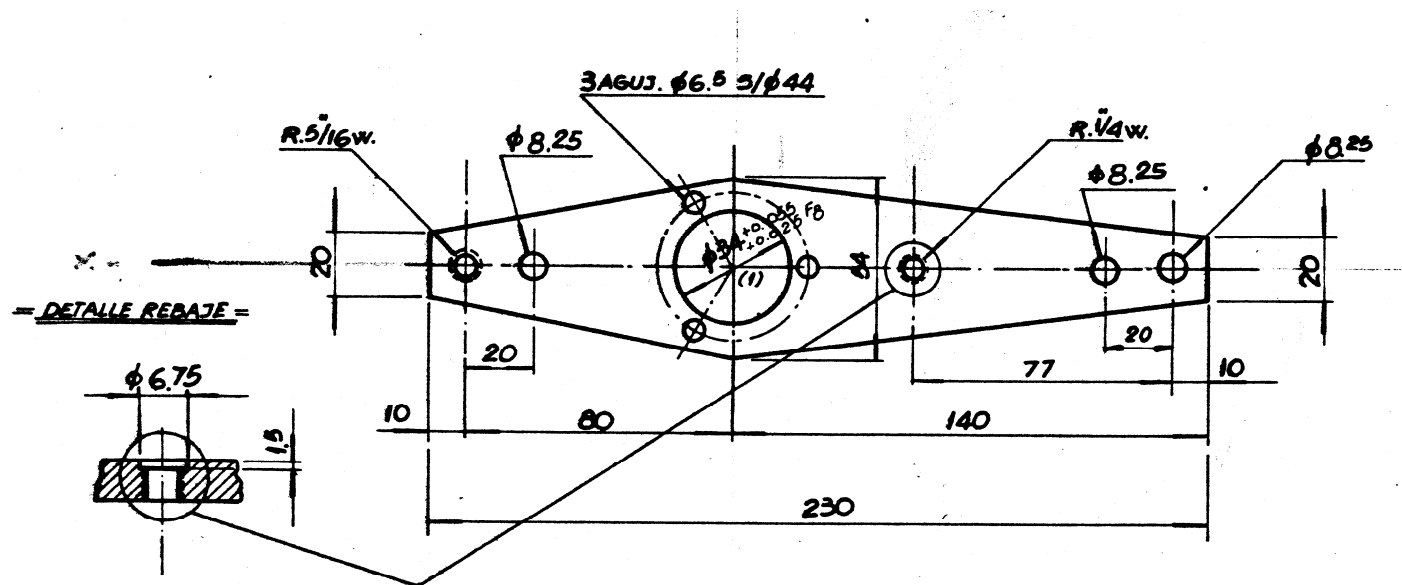


$$\begin{aligned}
 X &= -(L/2 + r) \\
 Y &= H/2 + r \\
 Z &= 0 \text{ (para herramienta de L0)}
 \end{aligned}$$

3.

Cero pieza: Es un punto de la pieza = Origen de los ejes coordenados

- Se consideran las tolerancias especificadas para la pieza, y los errores de posicionado de la máquina.
- Pueden requerirse un segundo (o más) cero pieza = otro punto de la pieza (traslados de origen)



Ejemplo:

Si $\phi 44 \pm 0,01$ Cero pieza $\equiv$ Centro de agujero $\phi 34$

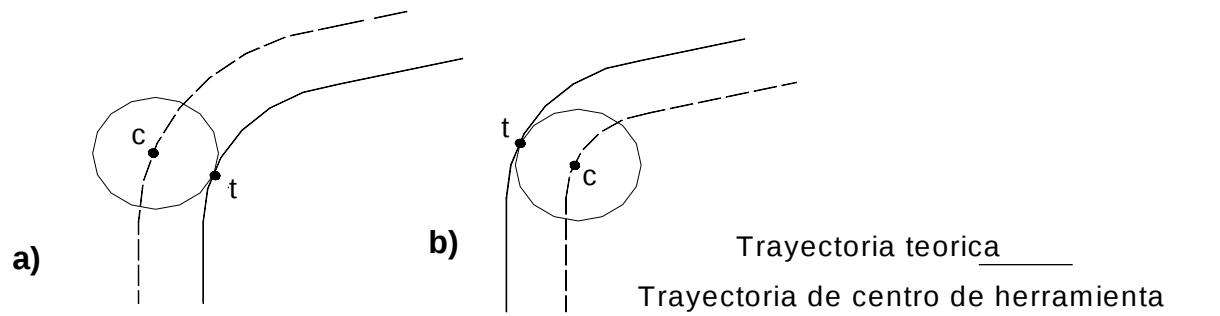
Distancia entre centros $20 \pm 0,015$ Cero pieza $\equiv$ Centro de $\phi 8,25$

Funciones de programación para operaciones de contorneado: G96 – G37 – G38

Velocidad de avance superficial constante (Función G96)

- Velocidad de avance programada **F** corresponde al centro de la herramienta **c**
- Velocidad de avance del punto de corte **t** $\neq F$ para las trayectorias no lineales

- a) El punto **t** recorre una distancia menor que el punto **c** $F_t < F_c$
b) El punto **t** recorre una distancia mayor que el punto **c** $F_t > F_c$



Efecto: Acabado superficial diferente entre los tramos lineales y curvos

Con **G96**: el control entiende que el avance programado **F** corresponde al punto de corte **t**

Con **G97**, la velocidad de avance programada **F**, corresponde a velocidad de avance de **c**

Los controles modernos, asume G96 en el encendido

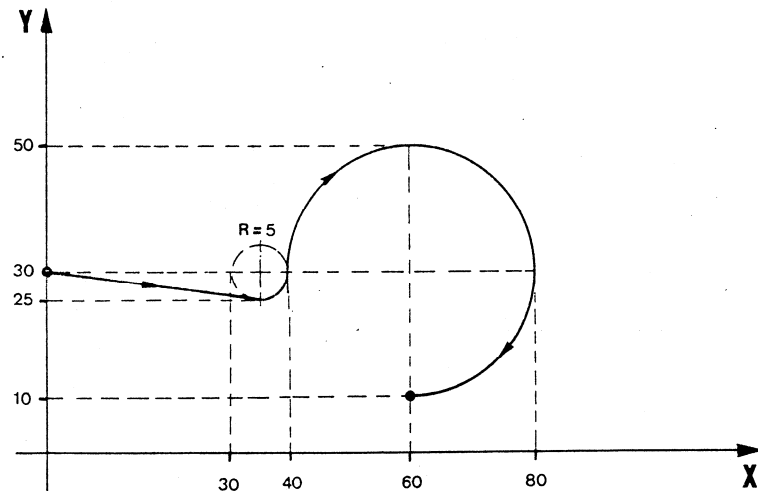
Entradas y salidas tangenciales (Funciones G37 y G38):

- Se evitan las marcas de entradas y salidas de la herramienta
- Se modifica la trayectoria de la herramienta
- Mediante la función **G37** (y **G38**) se puede enlazar tangencialmente dos trayectorias sin necesidad de calcular los puntos de intersección.

Programación de la función G37: Entrada tangencial al comienzo del mecanizado

- Debe estar activa la función G0 ó G1, (con G2 ó G3 indica error).
- Genera una trayectoria con un arco de radio R programado

R programado >> radio de la herramienta



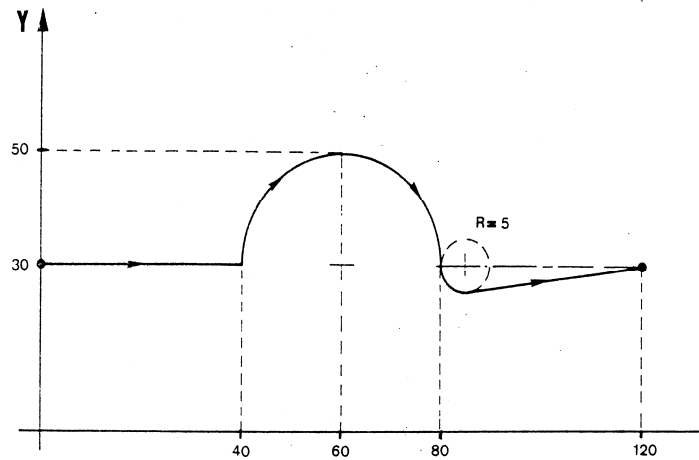
```
N0 G90 G01 G37 R5 X40 F100  
N5 G02 X60 Y10 I20 J0
```

En el mismo bloque (N0) puede programarse la función compensación

Programación de la función G38: Salida tangencial al final del mecanizado:

- La trayectoria de salida (en vacío) debe ser rectilínea (G0 o G1)
- Genera una trayectoria con un arco de radio R programado

R programado >> radio de la herramienta



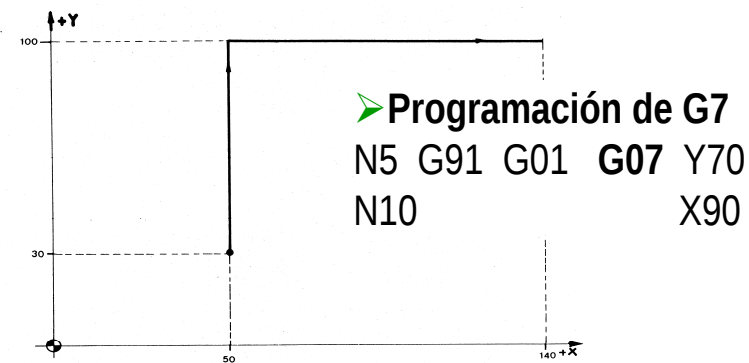
```
N0 G90      G01      X40      F100
N5          G02 G38 R5 X80 Y30 I20 J0
N10         G00      X120
```

Arista matada y Arista viva (Funciones G5 y G7): Deben evitarse rebabas, filos agudos, etc..en la pieza terminada

Función G5_ Arista matada

- Genera un redondeo entre trayectorias elementales del contorno teórico. No es posible establecer un valor definido para el valor del radio
- La ejecución del bloque siguiente comienza en cuanto se inicia la deceleración de los ejes programados en el bloque anterior
- La diferencia entre el perfil teórico y el real depende del valor del avance F

Para $F > R$, $>$ diferencia entre el perfil teórico y el real ($>$ radio de redondeo)



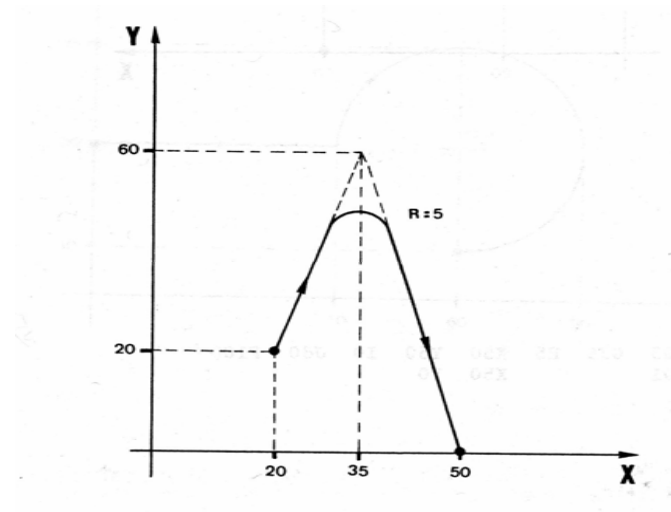
Función G7_ Arista viva

- No ejecuta el siguiente bloque hasta que no se haya alcanzado la posición exacta programada en el bloque anterior.
- El perfil teórico coincide con el real.

Redondeado controlado de aristas (Función G36): Se puede redondear una arista con un radio determinado, sin necesidad de calcular el centro ni los puntos inicial y final del arco.

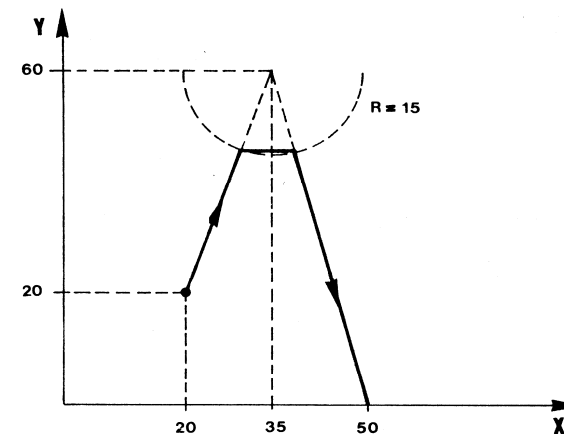
Programación de G36

```
N0 G90 G01 G36 R5 X35 Y60 F100  
N10 X50 Y0
```



Achaflanado (Función G39): Mediante esta función se puede achaflanar aristas entre dos rectas, sin necesidad de calcular los puntos de intersección.

```
N0 G90 G01 G39 R15 X35 Y60 F100  
N10 X50 Y0
```



Condiciones de corte. La tolerancia dimensional y el acabado superficial se obtienen con bajos esfuerzo de corte:

Bajos avances y profundidades y altas velocidades de corte
El mecanizado requiere operaciones de desbaste y terminación

Condiciones de corte para el desbaste y acabado recomendadas por el fabricante

Dado un material a mecanizar y un material de herramienta : Acero al C_ P10 (530)

Avance por filo y por vuelta de husillo recomendado f : 0,1 a 0,2 mm/v

Avance de desbaste
Avance de acabado

Velocidad de corte: Para mayor duración del filo deberá reducirse la V_c (15min)

Avance de la mesa F mm/min : $f(\text{mm/v}) \times N_{rpm} \text{ fresa} \times N^\circ \text{ filos}$

FRESADO Datos de corte – recomendaciones de avance
 Planeado, planeado y escuadrado y acanalado con planeado y escuadrado

ISO	CMC No.	Material		Fuerza de corte específica K_c 1	Dureza Brinell		Calidades básicas
				N/mm ²	HR	mp	530 4030
							Avance f , 0,1 mm/v
							0,1 0,15 0,2 0,1 0,2
							Velocidad de corte V_c , m/min
							425-385-340 385-350-315 350-315-280 315-280-250 280-250-210 250-210-195 210-195-165
	01.1	Acero		1500	125	0,25	300-275-245 275-245-215 245-215-195 215-195-175 195-175-155 175-155-145 155-145-125
	01.2	No aleado	C = 0,10-0,25%	1600	150	0,25	385-350-315 350-315-280 315-280-250 280-250-210 250-210-195 210-195-165
	01.3		C = 0,25-0,55%	1700	170	0,25	425-385-340 385-350-315 350-315-280 315-280-250 280-250-210 250-210-195 210-195-165
	01.4		C = 0,55-0,80%	1800	210	0,25	425-385-340 385-350-315 350-315-280 315-280-250 280-250-210 250-210-195 210-195-165
	01.5			2000	300	0,25	425-385-340 385-350-315 350-315-280 315-280-250 280-250-210 250-210-195 210-195-165
	02.1	En baja aleación	No templado	1700	175	0,25	300-275-245 275-245-215 245-215-195 215-195-175 195-175-155 175-155-145 155-145-125
	02.2	Elementos de aleación <5%	Templado y revenido	2000	275	0,25	300-275-245 275-245-215 245-215-195 215-195-175 195-175-155 175-155-145 155-145-125
	02.2			2300	350	0,25	300-275-245 275-245-215 245-215-195 215-195-175 195-175-155 175-155-145 155-145-125

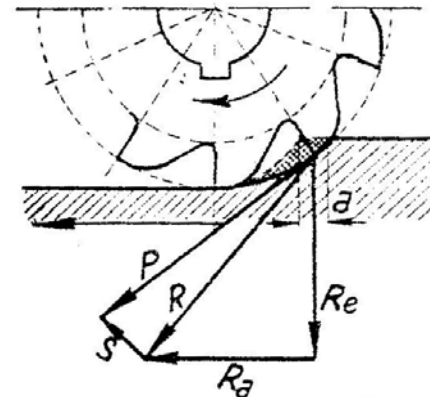
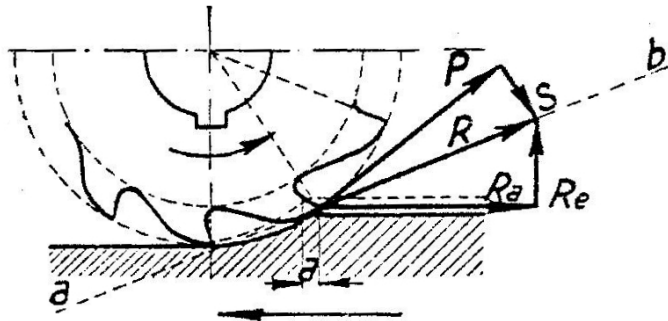
Avances recomendados

Vida útil del filo: 15 min

Secuencia de operaciones:

- **Seleccionar el tipo de operación y las herramientas mas adecuadas (acorde a lo conocido)**
- **Para asegurar la tolerancia dimensional y geométrica (de posición y forma) no se requieren “dispositivos de centrado o montaje”**

Tipo de fresado: El fresado en concordancia, proporciona una mayor vida útil de la herramienta y un mejor acabado superficial.



- Las máquinas de CNC, sin juegos en los mecanismos de avances de los carros, permiten el mecanizado en concordancia sin dificultad.
- Contrariamente a lo que ocurre en las máquinas convencionales, lo que da lugar a la aparición de juegos muertos.