



Sesión 9

Procesos de Fabricación

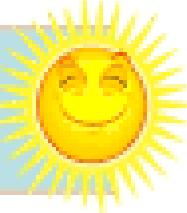
Carlos Arturo Pacheco Arenas

Torno CNC



inicio

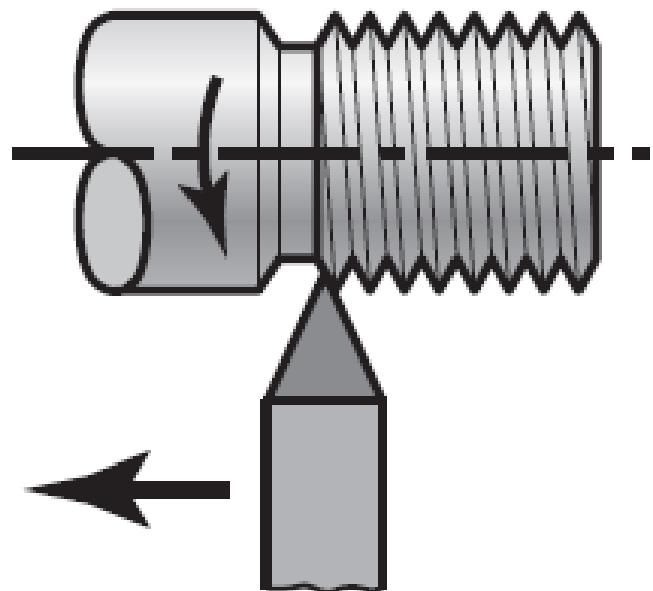
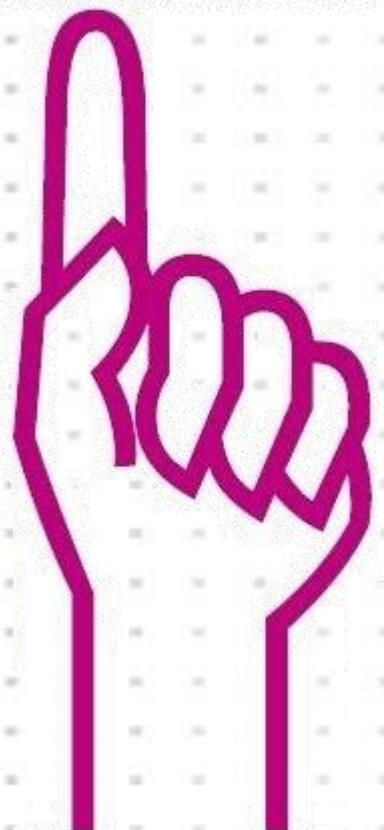
¡Buenos días!



“Cambiar puede dar miedo pero es una aventura que puede llevarte lejos”

Dudas sobre la clase anterior

¿Qué hicimos la clase anterior?



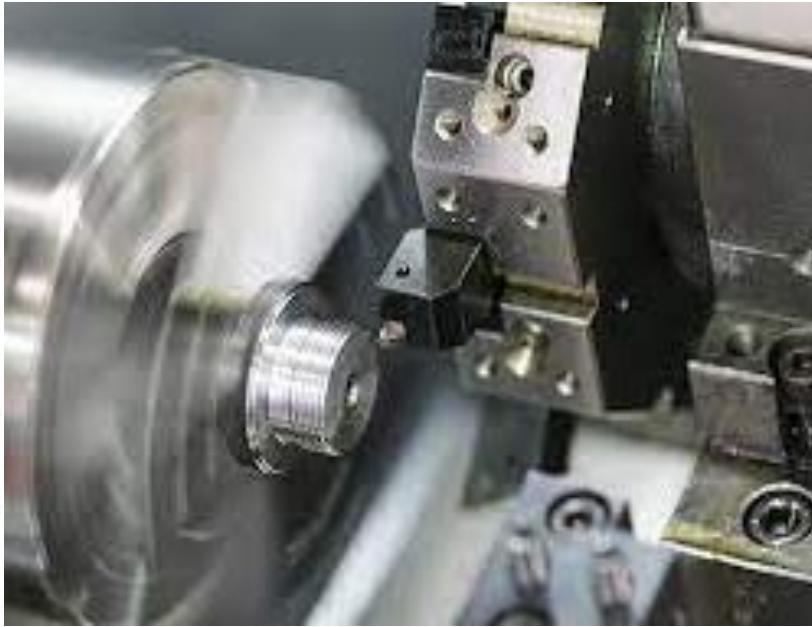
Logro del aprendizaje



Al término de la sesión, el estudiante entiende el proceso de Torneado con maquinaria CNC mediante el uso del Master CAM.

Utilidad del tema

¿Dónde lo podrías aplicar?



Conocimientos previos

¿Qué conoces del tema a desarrollar?



ESTRUCTURA DE LAS MHCN

Máquina Herramienta Control Numérico

Son todos los **dispositivos y mecanismos que controlan los diferentes movimientos y acciones que realiza las máquinas CNC para llevar a cabo el conjunto de instrucciones asociadas a un programa CNC**, que realizara la pieza propuesta. Estos dispositivos son:



1. Ejes de movimientos.
2. Sistemas de transmisión.
3. Sistema de control de posición y desplazamiento.
4. Cabezal móvil.
5. Sistema de sujeción de las diferentes piezas.
6. Cambiadores automáticos de piezas.
7. Ejes complementarios.



transfor
mación

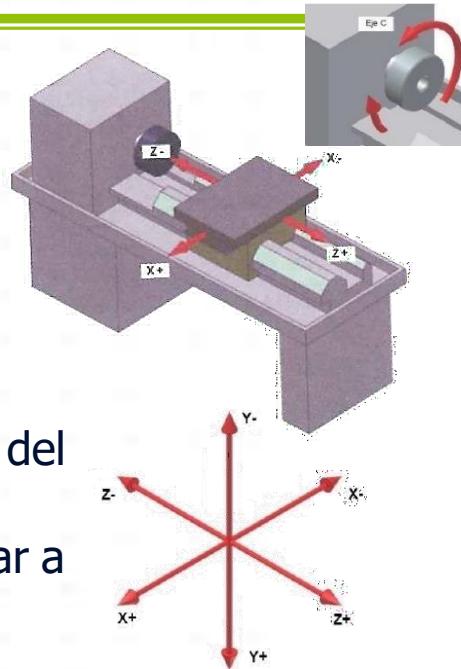
EJES PRINCIPALES

En las MHCN se aplica el concepto de "eje" a las direcciones de los diferentes **desplazamientos de las partes móviles** de la maquina.

En un **TORNO**

El **eje Z** es el que realiza el movimiento **longitudinal** en el sentido del eje principal de la maquina.

El **eje X** es el que realiza el movimiento **transversal** perpendicular a eje principal de la maquina.(Basado desde el lado del operador)



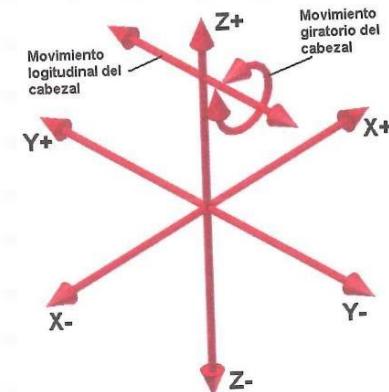
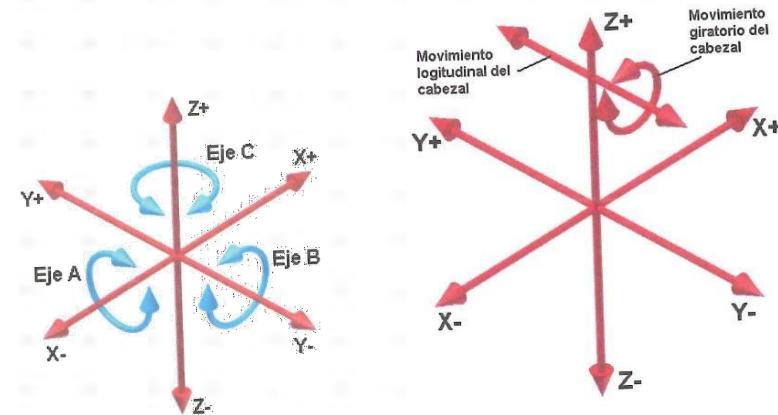
Interpolación: **Movimiento simultaneo de dos o más ejes de forma controlada**, realizando trayectorias perfectamente definidas tanto lineales como curvas.

Ejes reales	Ejes interpolados	Denominación CNC
2	2	2 ejes
3	2	2 ejes y ½
3	3	3 ejes
4	3	3 ejes y ½
4	4	4 ejes
5	4	4 ejes y ½
5	5	5 ejes

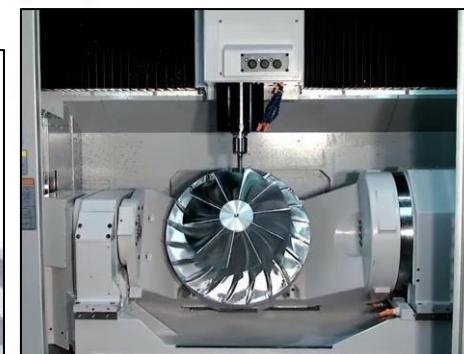
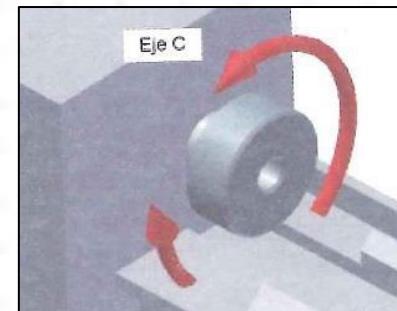


Universidad Católica
San Pablo

Algunos MHCN disponen de **mesas giratorias y/o cabezales orientables**. En ellas las piezas pueden ser mecanizada por diferentes planos y **ángulos de aproximación**.



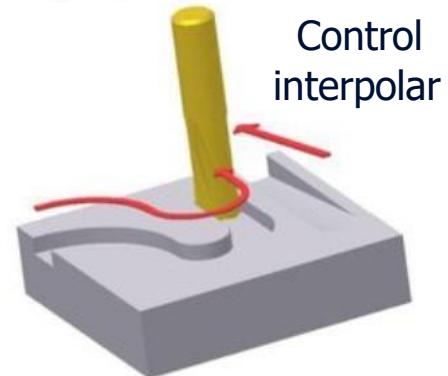
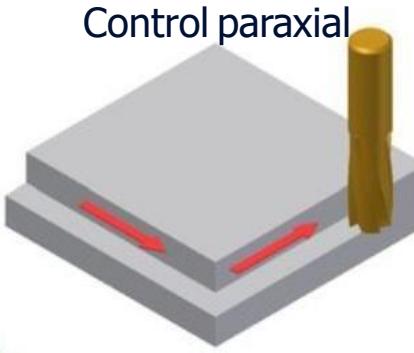
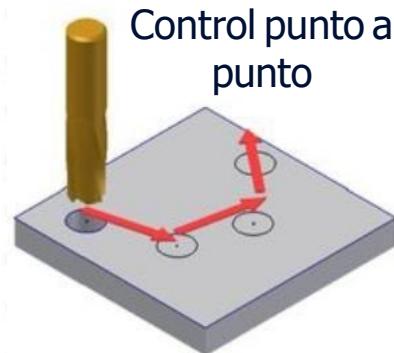
Los **tornos con tres eje** disponen de un **eje rotativo (angular)** con la capacidad de mover el plato de forma controlada, además del giro normal para el corte, este eje se suele denominar con la letra "**C**".



ESTRUCTURA Y TIPOS DE CONTROL

Fundamentalmente existen tres tipos de control contemplados desde la perspectiva de la función que realizan.

1. **Control punto a punto:** Solo controla puntos definidos por programación.
2. **Control paraxial:** La velocidad el recorrido lo realiza en forma controlada paralela o **ortogonal al eje**.
3. **Control interpolar o continuo:** Tiene la capacidad de controlar **varios ejes simultáneamente**.



El torno CNC es una herramienta que se utiliza para **mecanizar piezas de revolución mediante un código CN** que utiliza datos alfanuméricos, siguiendo los ejes cartesianos X,Y,Z. Se utiliza para producir en cantidades y con precisión porque la computadora que lleva incorporado controla la ejecución de la pieza.

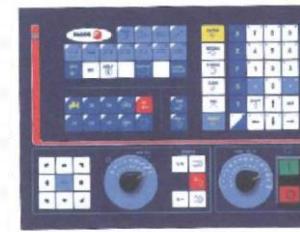
Un torno CNC puede hacer todos los trabajos que normalmente se realizan mediante diferentes tipos de torno como los paralelos o verticales. Su rentabilidad depende del tipo de pieza que se mecanice y de la cantidad de piezas que se tengan que mecanizar en una serie.



Arquitectura de un sistema automatizado CNC

Un CN tiene una **estructura muy parecida a los sistemas informáticos**, pudiendo comunicarse entre ellos. Actualmente pueden comunicarse con redes informáticas. Los componentes de un sistema CN son:

- CPU (Unidad de procesamiento central).
- Periféricos de entrada.
- Unidad de almacenamiento.
- Periféricos de salida.
- Unidad de enlace con PLC.



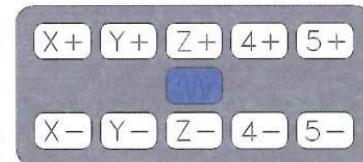
Tecaldo de control FAGOR



Movimiento manual de los ejes

Para poder mover los ejes manualmente, básicamente existen los siguientes formatos:

- › Botonera integrada en el control numérico.
- › Botonera integrada en los mandos de control de máquina.
- › Volante electrónico.



Botones de movimiento de ejes

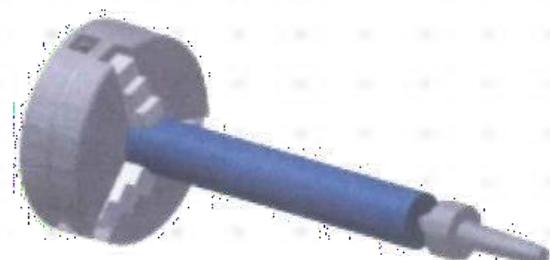


SUJECCIÓN DE PIEZAS

Los sistemas de **sujeción amarran la pieza** de trabajo al eje principal de torno. Los sistemas de agarre por plato pueden ser:



Montaje al aire

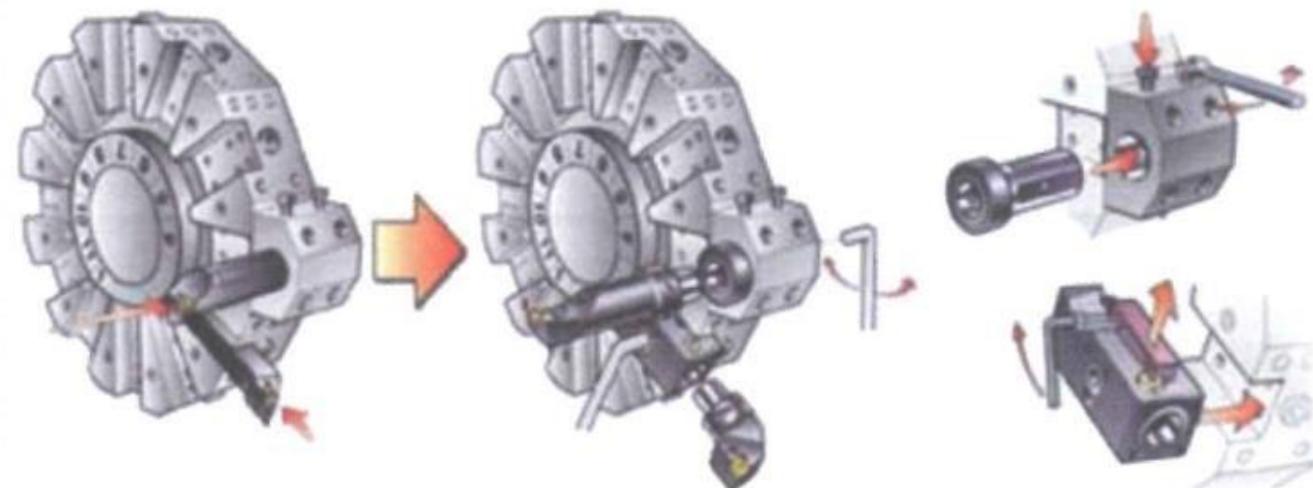


Montaje entre plato y punta.



Montaje entre plato y punta con luneta.

Los tornos CN utilizan cambiadores automáticos de herramientas que pueden albergar un número variable de herramientas de corte.



Tambor de herramientas para torno



transfor
mación

PORTA HERRAMIENTAS Y PLAQUITAS PARA TORNO

- Cilindrado exterior → 
- Cilindrado Interior → 
- Copiado exterior → 
- Copiado interior → 
- Ranurado Exterior → 
- Ranurado interior
- Roscado exterior
- Roscado interior → 
- Taladrado



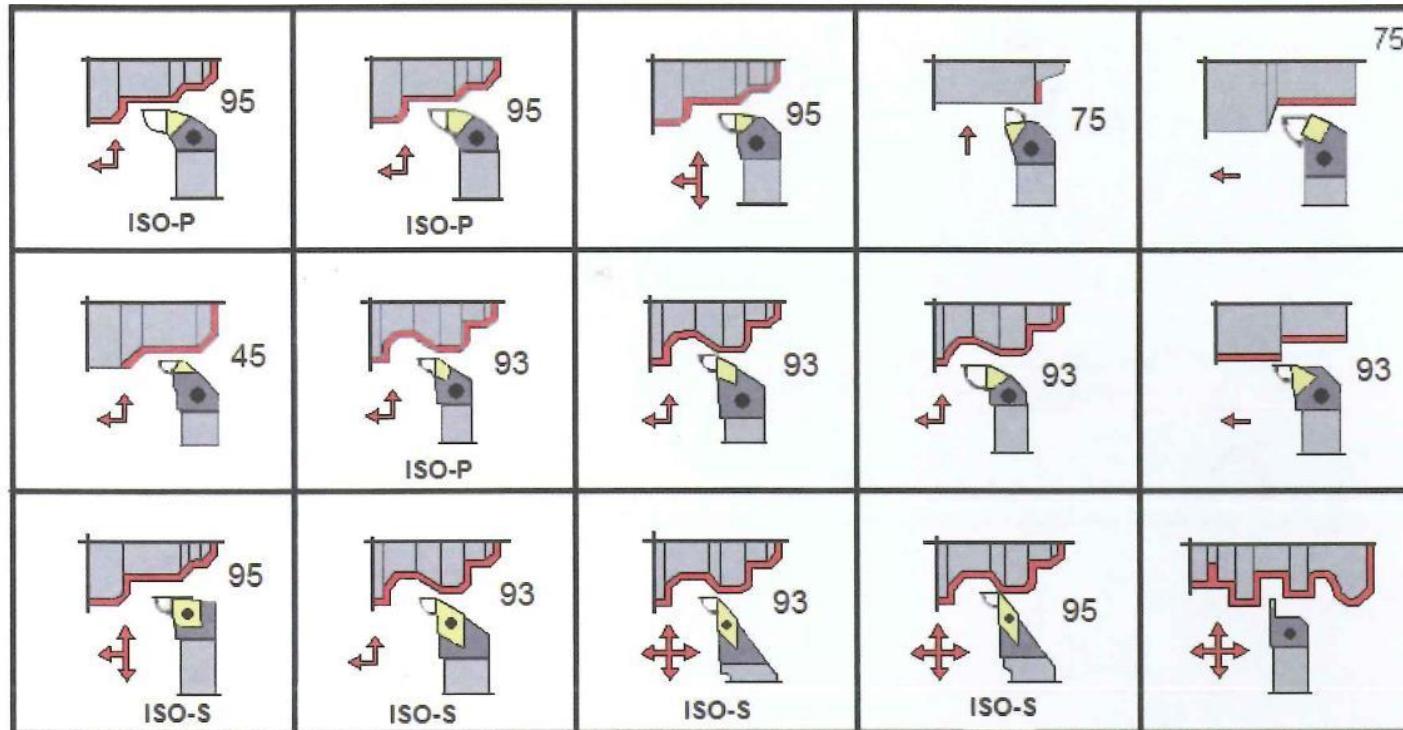
Universidad Católica
San Pablo



PORTA HERRAMIENTAS Y PLAQUITAS PARA TORNO

transfor
mación

Herramientas de exterior



- Las flechas indican la posibilidad de trabajo con cada herramienta, el color rojo es el óptimo. Los grados que se indican en la parte superior derecha son los grados de posición con respecto al corte.



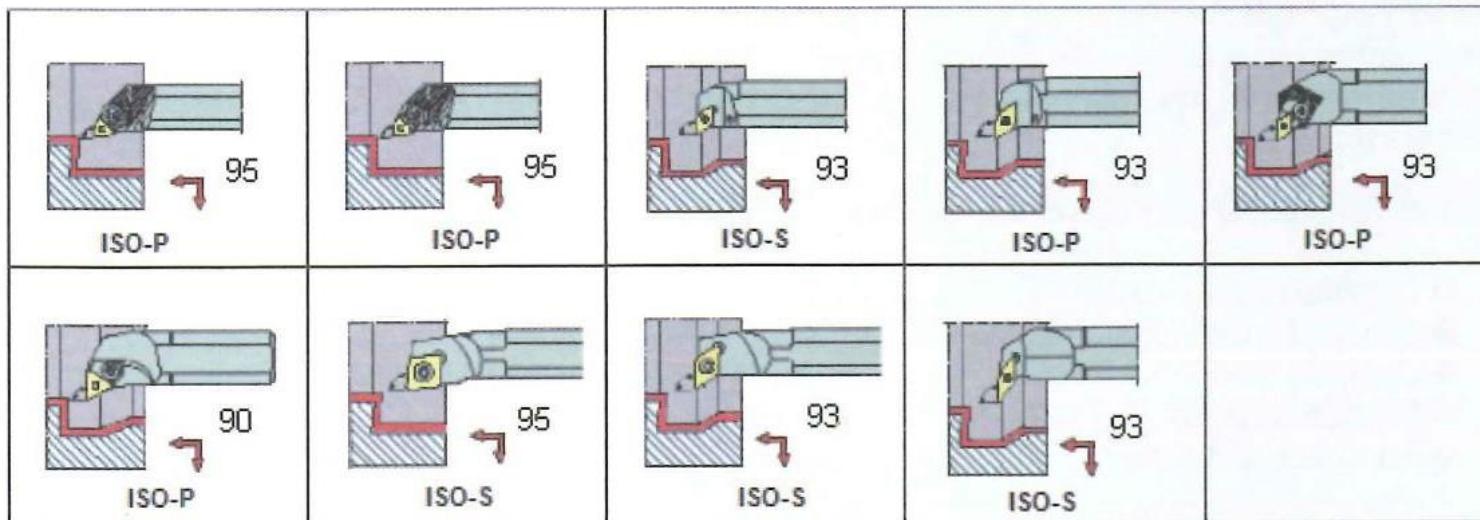
Universidad Católica
San Pablo



transfor
mación

PORTA HERRAMIENTAS Y PLAQUITAS PARA TORNO

Herramientas de interior



Las flechas indican la posibilidad de trabajo con cada herramienta, el color rojo es el óptimo. Los grados que se indican en la parte superior derecha son los grados de posición con respecto al corte.

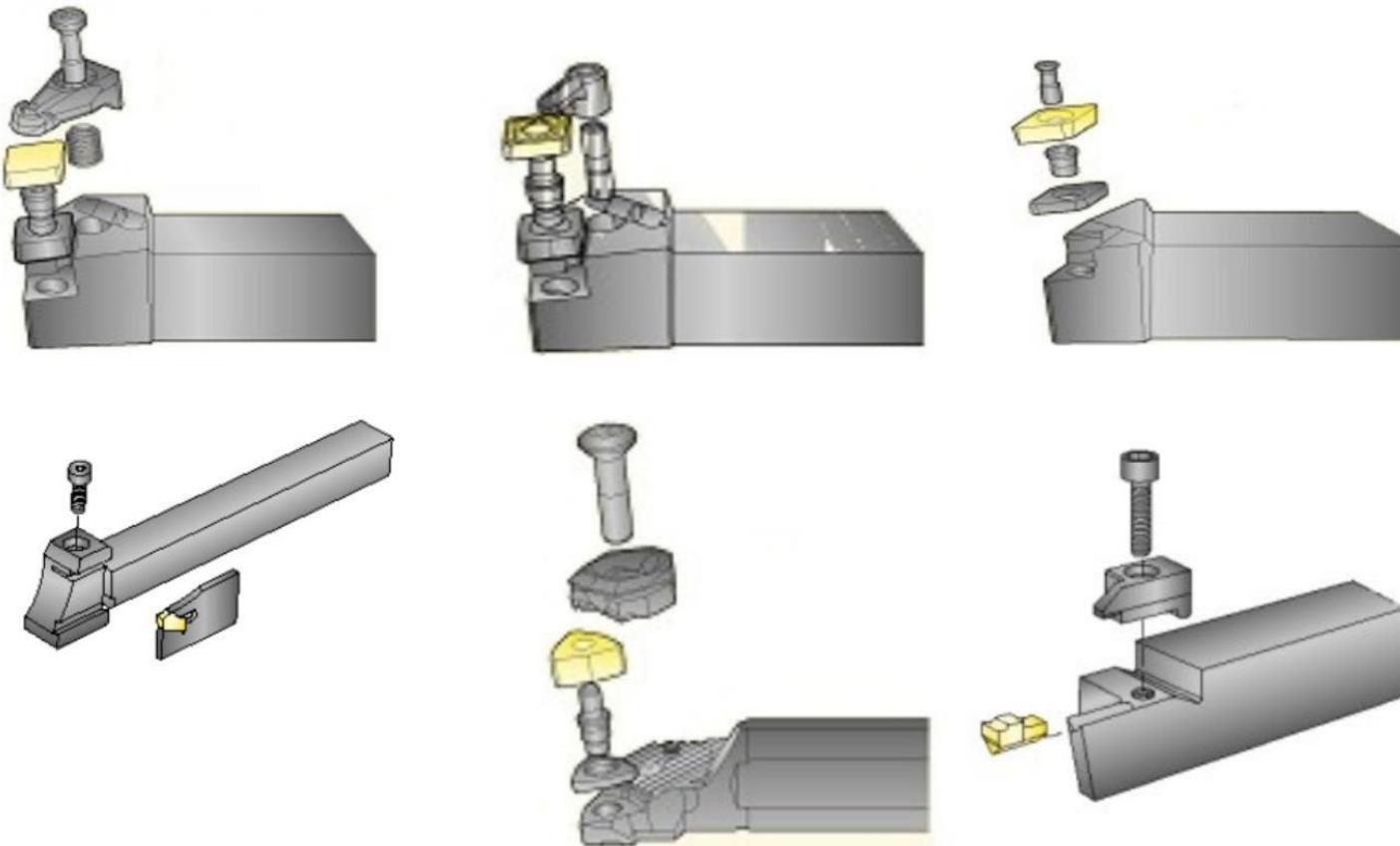


Universidad Católica
San Pablo



transfor
mación

SISTEMA DE SUJECCIÓN DE PLAQUITAS



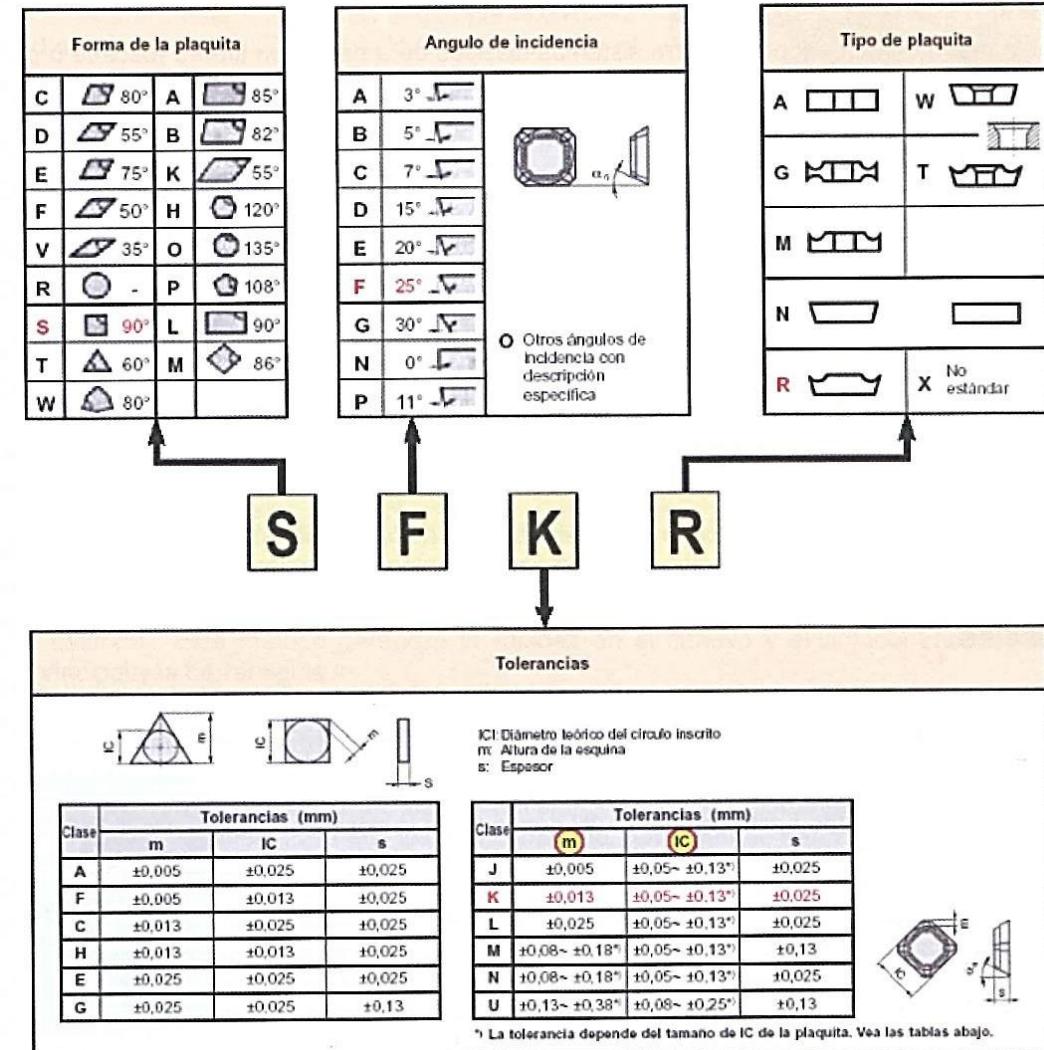
Universidad Católica
San Pablo

IDENTIFICACIÓN ISO DE LAS PLAQUITAS



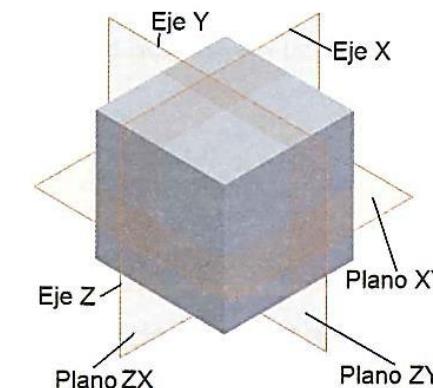
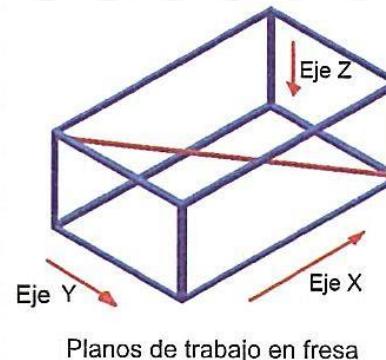
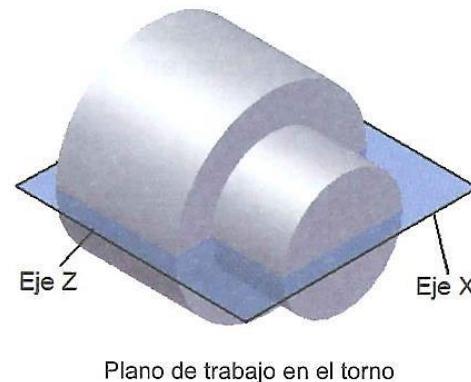
transfor
mación

Tipos de plaquitas



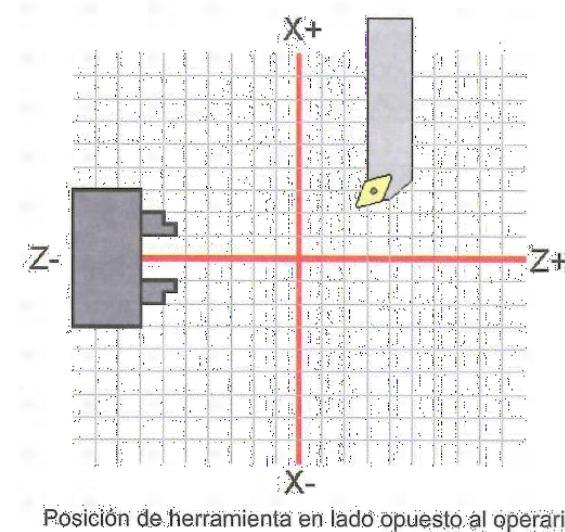
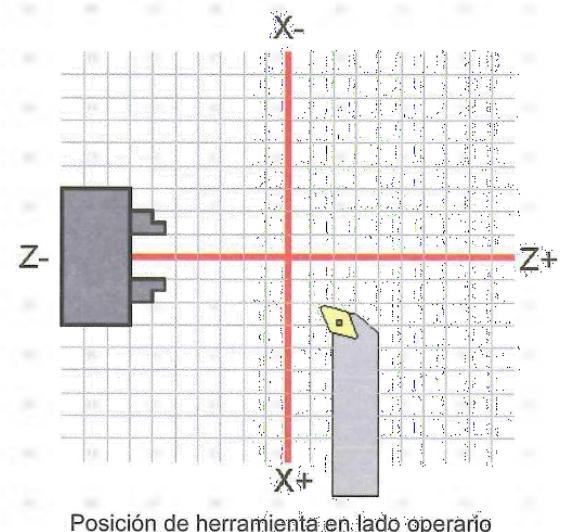
EJES Y SISTEMA DE COORDENADAS

Los sistemas de coordenadas **identifican una posición concreta**, en los CN, tenemos que indicarle a la herramienta unas posiciones a alcanzar dentro de un plano perfectamente definido. Las herramientas, según el tipo de máquina, ya sea **torno o fresa se moverán en 2D o 3D.**



SISTEMA DE COORDENADAS TORNO

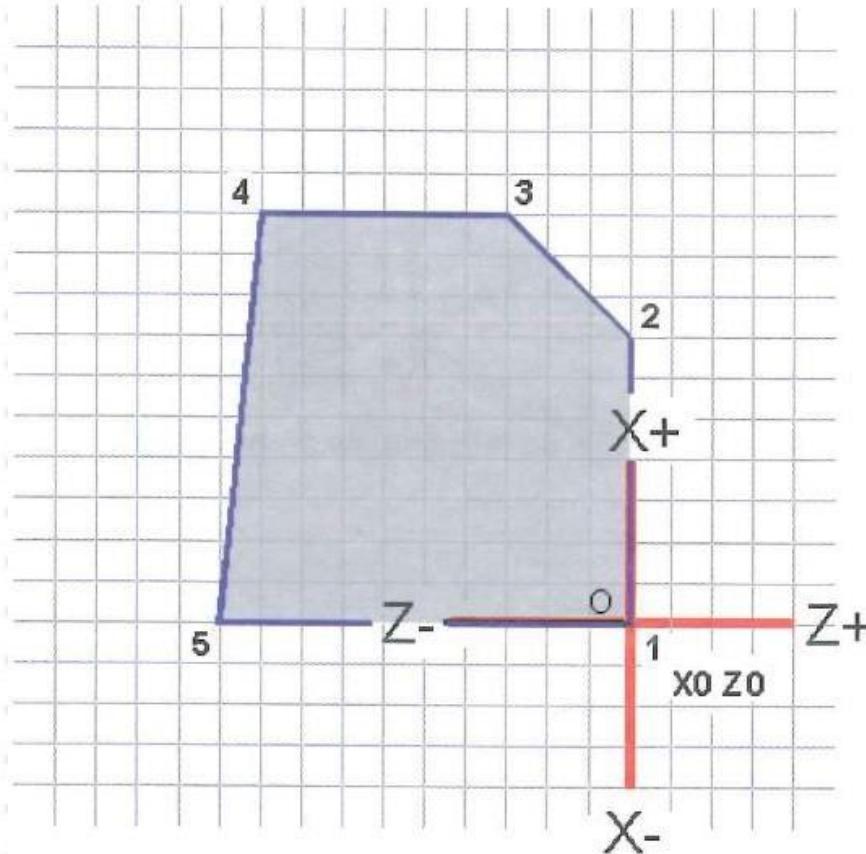
En el caso del torno se da la característica, que dependiendo de la estructura de la máquina, el eje "X" **cambia su sentido de dirección**. Esto sucede porque el eje "X" es quien define los diámetros o radios de la pieza.





transfor
mación

SISTEMA ABSOLUTO, RECTANGULAR



Absoluto		
Punto	X	Z
1	0	0
2	14	0
3	20	-3
4	20	-9
5	0	-10



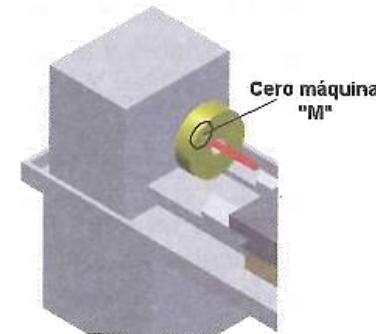
Universidad Católica
San Pablo

PUNTO DE ORIGEN:

- **ORIGEN DE MÁQUINA Y ORIGEN DE PIEZA**

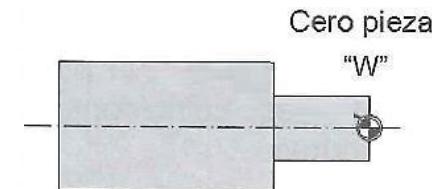
- **Origen de máquina o cero de máquina**

- Para poder mecanizar, es necesario tener un punto fijo en algún lugar desde donde poder referenciar los datos. Este punto se llama "**origen de máquina o cero de máquina**" y lo fija el fabricante de la misma.



- **Origen pieza o, cero de pieza**

- Al iniciar la programación de una pieza, el programa debe conocer desde donde **referenciar todas las medidas de dicha pieza**. Ese punto de referencia se llama "**cero de pieza**" y es el programador quien decide cual será su ubicación.



PROGRAMACIÓN ESTRUCTRADA

Este tipo de programación utiliza una tabla o estructura, este tipo de programación **se utiliza poco**, pero es importante conocer debido a que algunos importantes fabricantes de controladores (EMCO) que lo siguen usando.

N	G	X	Y	Z	M
001	00	200	120		
002	01	210	140		03
003	90				
004	01	210	140	-12	05

Se puede observar en la tabla que las líneas están **perfectamente estructuradas** y aunque falte algún dato en alguna línea, las casillas se tiene que respetar.

PROGRAMACIÓN ESTRUCTRADA

Es el más utilizado por los fabricantes de controles, en este sistema **se puede escribir con hasta 250 caracteres**, pero con normas imprescindibles a respetar.

N100 G90 G01 X20 Y16 Z30 F120 S1200 T2.2 M12
N110 X22 M03
N120 Y5 M5
N130 M30

En la tabla se puede observar la diferencia que existe entre el tamaño de las líneas e incluso la estructura de las mismas.

NORMALIZACIÓN CON ISO

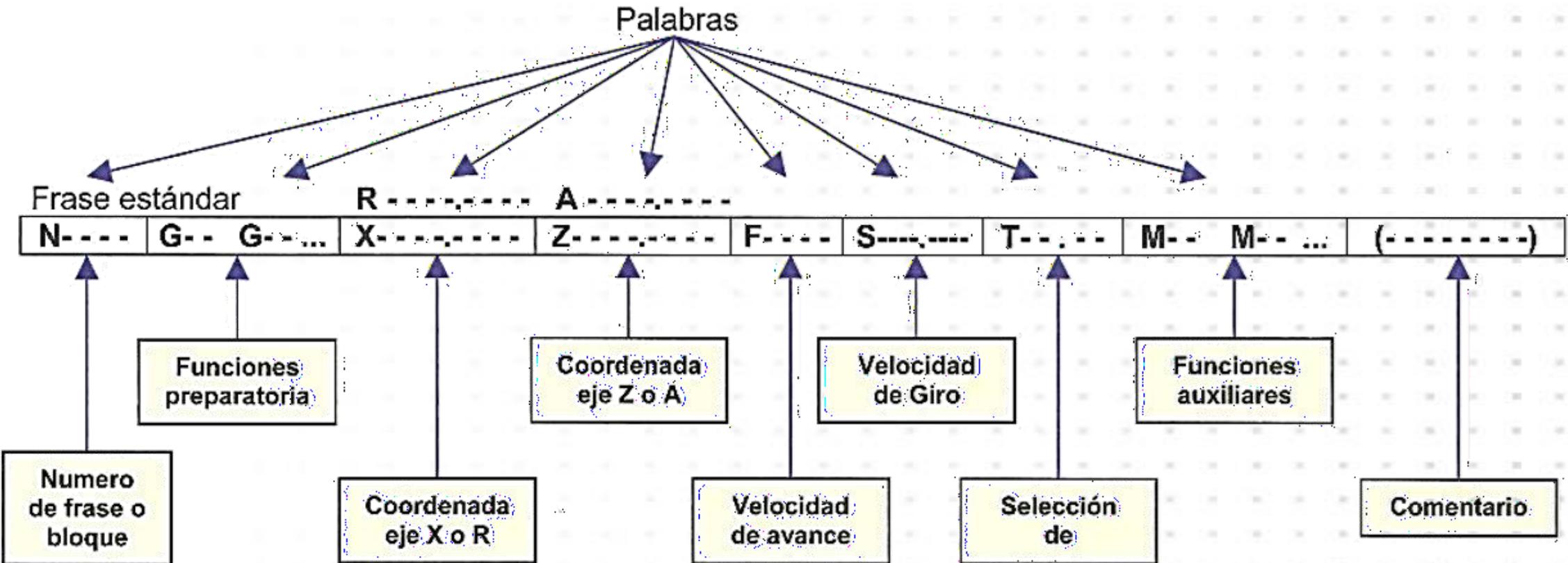
Los sistemas de normalización, tienen como objetivo unificar las normas, criterios y aplicaciones técnicas en los diferentes ámbitos de la industria CNC.

Cada fabricante tiene diferentes estructuras de programación, incluso dentro de un mismo fabricante.

En todos los sistemas de CN a las líneas se les conoce como "Frases" o "Bloques", independientemente si ocupan una o más líneas .

NORMALIZACIÓN CON ISO

Estructura de las frases de programación para torno, FAGOR 8025



NORMALIZACIÓN CON ISO

N - Número de frase o bloque, se coloca para que el control entienda donde empieza el mismo y para identificar las etiquetas de líneas.

Permite introducir de 0 hasta 9999 como valores. Se recomienda utilizar intervalos de 10 en 10.

G - Funciones de preparación, indican al control los datos que utilizara para realizar los movimientos del carro, sistemas geométrico de coordenadas, unidades, etc.

X- Coordenada, define la posición de los diámetros del mecanizado. El rango de valores va entre -9999.9999 hasta 9999.9999

Z - Coordenada, define la longitud del mecanizado. El rango de valores va entre -9999.9999 hasta 9999.9999

NORMALIZACIÓN CON ISO

- F - Indicación de la velocidad de avance, se utiliza para controlar la velocidad de avance del carro. Existen dos formatos de velocidad en mm/min o mm/rev.
- S - Velocidad de giro del plato, indica las RPM que girara el plato. Formatos RPM o Vc en m/min.
- T - Indicación de los datos de la herramienta, dta el numero de la misma y el tipo de corrección que debe aplicar. Formato T01.01
- M - Funciones auxiliares, son las encargadas de controlar funciones auxiliares como la puerta, marcha del cabezal, tipo de giro, refrigerante, etc. Formato M03, M05.
- (-) - Comentarios, No tiene ninguna capacidad de programa, es puramente informativo. Capacidad máxima 256 caracteres.

TERMINOS DE PROGRAMACIÓN

Numero de programa: En los controles Fanuc se utiliza para definir el número de programa a la dirección "0" seguida de un número de cuatro dígitos. El mismo número del programa no puede guardarse simultáneamente.

Ejemplo: El número del primer programa de proceso es: 00001.

Número de secuencia: El número de secuencia es usado para buscar dentro del programa un bloque requerido durante las siguientes operaciones:

Ejemplo: N1, N10, N010.

TERMINOS DE PROGRAMACIÓN

Direcciones: A cada uno de los caracteres alfabéticos se le denomina "dirección".

Datos: A cada número (incluyendo el signo y el punto decimal) que sigue a una dirección se le denomina "dato".

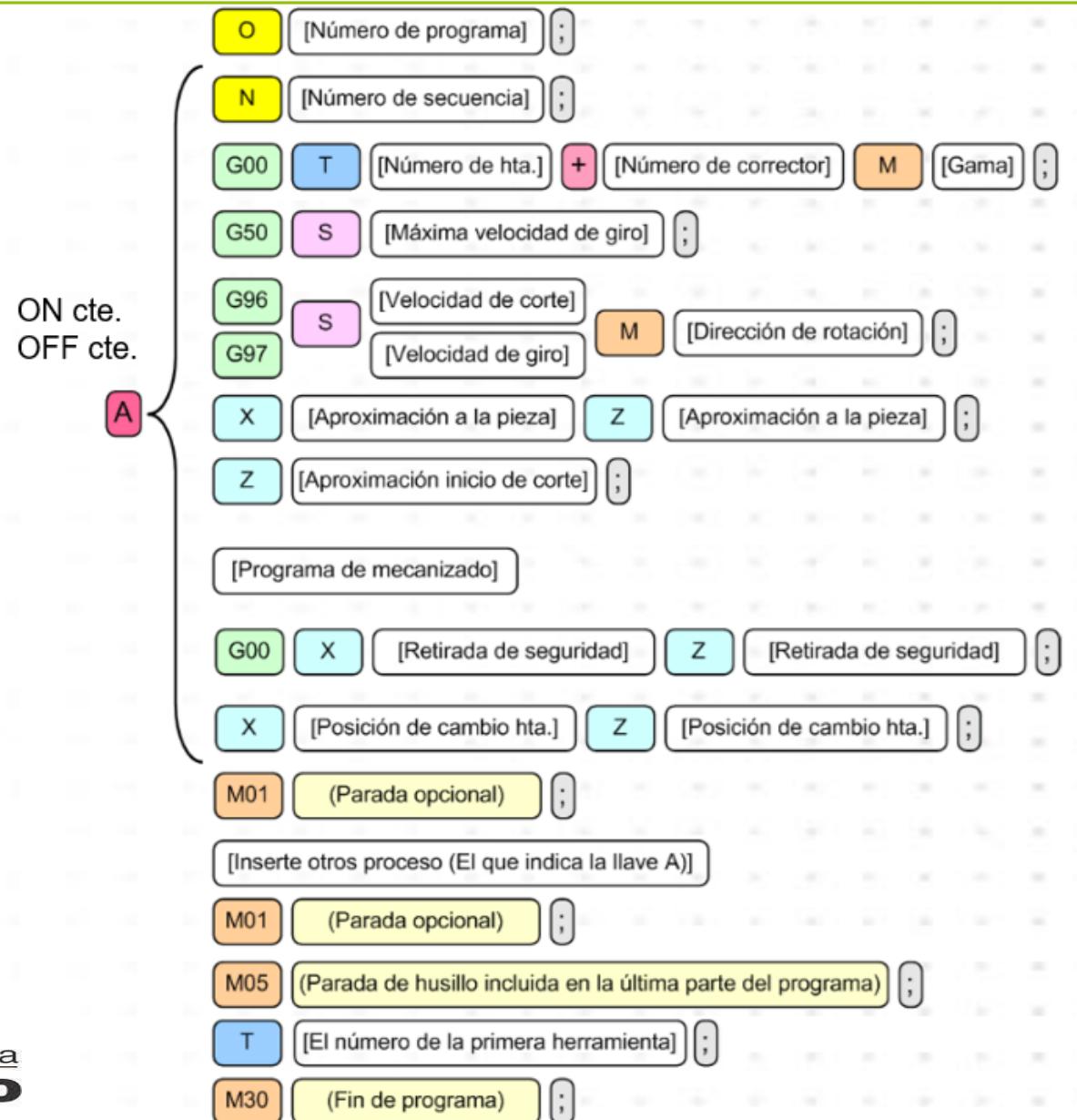
Palabra: La palabra es la mínima unidad que constituye un bloque, esto incluye una dirección y un dato.

Bloque: Un bloque es una línea de comando en el programa.

Termina en (;



TERMINOS DE PROGRAMACIÓN



Códigos G

Código G			Grupo	Función
A	B	C		
G00	G00	G00	01	Posicionamiento (Avance rápido)
G01	G01	G01		Interpolación lineal (Avance para mecanizado)
G02	G02	G02		Interpolación circular horaria
G03	G03	G03		Interpolación circular antihoraria
G04	G04	G04	00	Temporización
G20	G20	G70	06	Unidades de trabajo en pulgadas
G21	G21	G71		Unidades de trabajo en milímetros
G22	G22	G22	09	Función comprobación límite de recorrido memorizado, activar
G23	G23	G23		Función comprobación límite de recorrido memorizado, desactivar
G27	G27	G27	00	Comprobación de vuelta al punto de referencia
G28	G28	G28		Vuelta al punto de referencia
G30	G30	G30		Vuelta al los puntos de referencia segundo, tercero y cuarto
G31	G31	G31		Función de salto
G32	G33	G33	01	Tallado de rosca con paso variable
G34	G34	G34		Tallado de rosca con paso variable
G36	G36	G36	00	Compensación automática de herramienta según X
G37	G37	G37		Compensación automática de herramienta según Z
G40	G40	G40	07	Anular la compensación del radio de la herramienta
G41	G41	G41		Compensación del radio de la herramienta a la izquierda
G42	G42	G42		Compensación del radio de la herramienta a la derecha
G50	G92	G92	00	Selección del sistema de coordenadas o máxima velocidad de giro del husillo
G52	G52	G52		Definición del sistema local de coordenadas
G53	G53	G53		Definición del sistema de coordenadas de máquina



Códigos G

Código G			Grupo	Función
A	B	C		
G54	G54	G54	14	Selección del sistema 1 de coordenadas de pieza
G55	G55	G55		Selección del sistema 2 de coordenadas de pieza
G56	G56	G56		Selección del sistema 3 de coordenadas de pieza
G57	G57	G57		Selección del sistema 4 de coordenadas de pieza
G58	G58	G58		Selección del sistema 5 de coordenadas de pieza
G59	G59	G59		Selección del sistema 6 de coordenadas de pieza
G70	G70	G72	00	Ciclo de acabado
G71	G71	G73		Ciclo de desbaste torneado
G72	G72	G74		Ciclo de desbaste refrentado
G73	G73	G75		Repetición patrón
G74	G74	G76		Ciclo de taladrado profundo
G75	G75	G77		Taladrado de diámetro exterior/diámetro interior
G76	G76	G78		Ciclo de rosca múltiple
G90	G77	G20	01	Ciclo de mecanizado de diámetro exterior/diámetro interior
G92	G78	G21		Ciclo de roscado
G94	G79	G24		Ciclo de torneado en cara final
G96	G96	G96	02	Activa el control de velocidad de corte constante
G97	G97	G97		Desactiva el control de velocidad de corte constante
G98	G94	G94	05	Avance por minuto
G99	G95	G95		Avance por revolución
—	G90	G90	03	Programación absoluta
—	G91	G91		Programación incremental
—	G98	G98	11	Retorno a nivel inicial
—	G99	G98		Retorno a nivel punto R



Códigos M

M00 :	Parada Programada
M01 :	Para Opcional – Válida con la tecla “OPT STOP” activada
M02 :	Fin de programa. (Sin retorno al principio)
M03 :	Encendido de Husillo en sentido horario
M04 :	Encendido de Husillo en sentido anti-horario.
M05 :	Apagado de Husillo.
M08 :	Encender Bomba de Refrigerante
M09 :	Apagar Bomba de Refrigerante.
M10 :	Extender Bandeja recogedora de piezas
M11 :	Retraer Bandeja recogedora de piezas
M17 :	Bloqueo de maquina activo
M18 :	Bloqueo de maquina desactivo
M19 :	Orientación del Husillo Principal
M24 :	Funcionamiento del Extractor de Virutas
M25 :	Parada del Extractor de Virutas
M30 :	Fin de programa (Con retorno a inicio)
M33 :	Encendido de husillo sentido horario herramienta motorizada
M34 :	Encendido de husillo sentido antihorario herramienta motorizada
M35 :	Parada de husillo herramienta motorizada
M46 :	Soltar agarre de contrapunta y extender barra de arrastre contrapunta
M47 :	Sujetar agarre de contrapunta y retraer barra de arrastre contrapunta
M78 :	Avance de caña de contrapunta
M79 :	Retraccion de caña de contrapunta
M98 :	Llamada de Subprograma
M99 :	Fin de Subprograma





práctica

Espacio Práctico

O5000(PUNTERA DE EJE OP1); _____ nombre de programa y comentario
G18G21G40; _____ modificación de modals
G50S2500; _____ limitador de rpm
N0101G54T0101; _____ llamado de herramienta
G96M3S180F0.20; _____ condiciones de mecanizado
G0X55Z0M8; _____ posicionamiento
G1X-2; _____ comienza mecanizado
G0X55Z2;
G71U2R1;
G71P2000Q2100U1W0.05F0.25;
N2000G0X20;
G1Z0;
X25Z-2.5;
Z-30;
G2X35Z-35R5;
G1X42;
N2100G3X52Z-40R5;
M9; _____ termina mecanizado

G0X200Z200; _____ retirada
N0202G54T0202; _____ llamado de herramienta
G96M3S180F0.15; _____ condiciones de mecanizado
G0X55Z2M8; _____ posicionamiento
G70P2000Q2100; _____ comienza mecanizado
M9; _____ termina mecanizado
G0X200Z200; _____ retirada
N0303G54T0303; _____ llamado de Herramienta
G97M3S800; _____ condiciones de mecanizado
G0X27Z10M8; _____ posicionamiento
G76P010060Q100R0.050; _____ comienza mecanizado
G76X21.75Z-25R0P1625Q200F2.500;
M9; _____ termina mecanizado
G0X200Z300M5; _____ retirada
M30; _____ fin de programa



transfor
mación

Aplicación

G00 Interpolación lineal a velocidad rápida



Descripción

Con la función **G00** se programan todos los movimientos rápidos que se tengan que realizar en el programa, es decir todos aquellos movimientos donde no exista contacto entre la pieza y la herramienta. Es conveniente utilizar esta función siempre que sea posible, para emplear el menor tiempo en la mecanización de la pieza, no obstante es importante asegurarse que realmente no existirá dicho contacto, en caso de duda, es mejor utilizar un movimiento a velocidad controlada.

La función **G00** es modal y se anula con las funciones **G01**, **G02**, **G03** y **G33**.

G01 Interpolación lineal controlada



Descripción

Con la función **G01** se programan todos los movimientos en línea recta que se tengan que realizar en el programa a velocidad controlada por medio de la palabra “F”, es importante calcular el valor de “F” pues la función **G01**, se utilizará para movimientos de mecanizado.

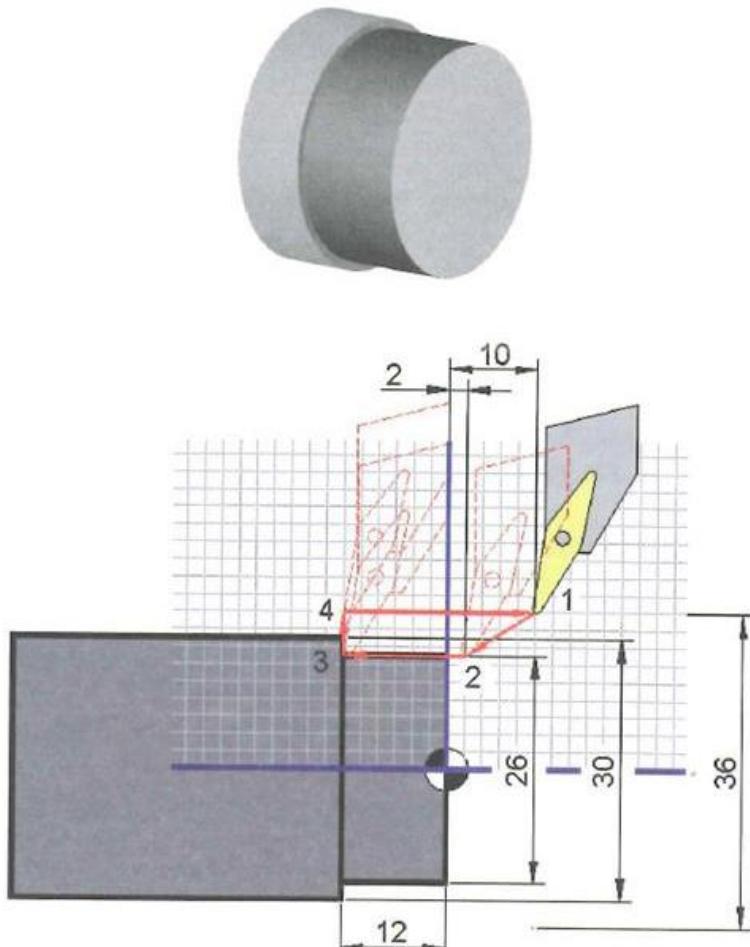
La función **G01** es modal y se anula con las funciones **G00**, **G02**, **G03** y **G33**.



Universidad Católica
San Pablo

Aplicación

G90 Absoluta, F Velocidad de avance mm/min, S Velocidad del husillo RPM, T Herramienta



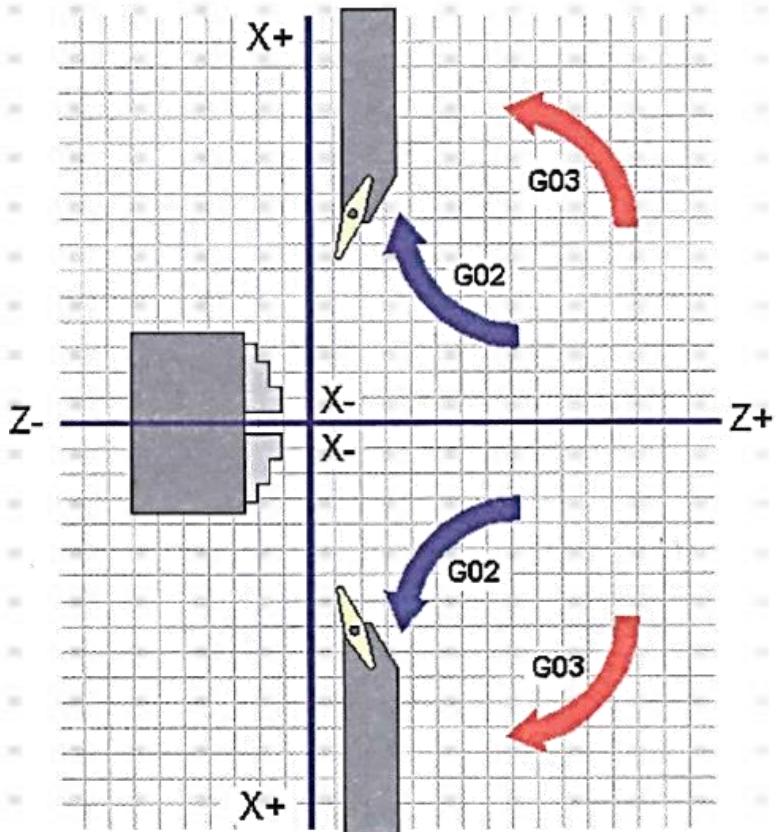
Mecanizado de pieza con G01

Absolutas

```
N0010 G90 F100 S1200 T01.01
N0020 G00 X36 Z10
N0030 X26 Z2
N0040 G01 Z-12 M03
N0050 X36 M05
N0060 G00 Z10
N0070 M30
```

M03 prender usillo en sentido horario, M05 detener giro del husillo
M30 Fin del programa

Aplicación



Con la función **G02** y **G03** se programan movimientos circulares a velocidad controlada, por medio de la palabra “**F**”, es importante calcular el valor de “**F**” pues la función **G02** y **G03**, se utilizará básicamente para movimientos de mecanizado.

El sentido derecha G02 o izquierda G03, cambia dependiendo de que la colocación de la herramienta, esté en lado u otro de la máquina (Fig. 7.04), es decir, se programa como si el operario, también cambiará de posición y observará a la herramienta siempre delante de él.

La mayoría de ejercicios y ejemplos que se traten, se realizarán como si la herramienta estuviera en el lado opuesto al operario, es decir de la Fig. 7.05 la herramienta de la parte de superior.

Aplicación

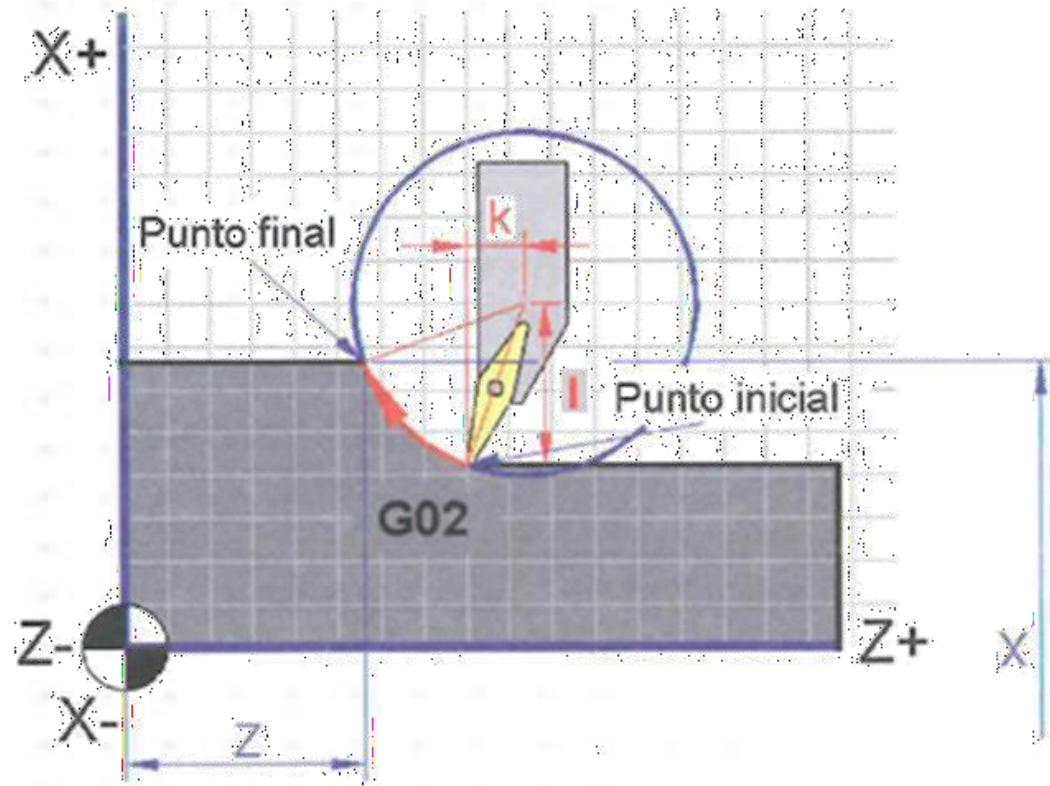
Rectangulares

N110 G02 X... Z... I... K...

Coordenada del punto final, en el formato en que se esté programando, absoluto o incremental

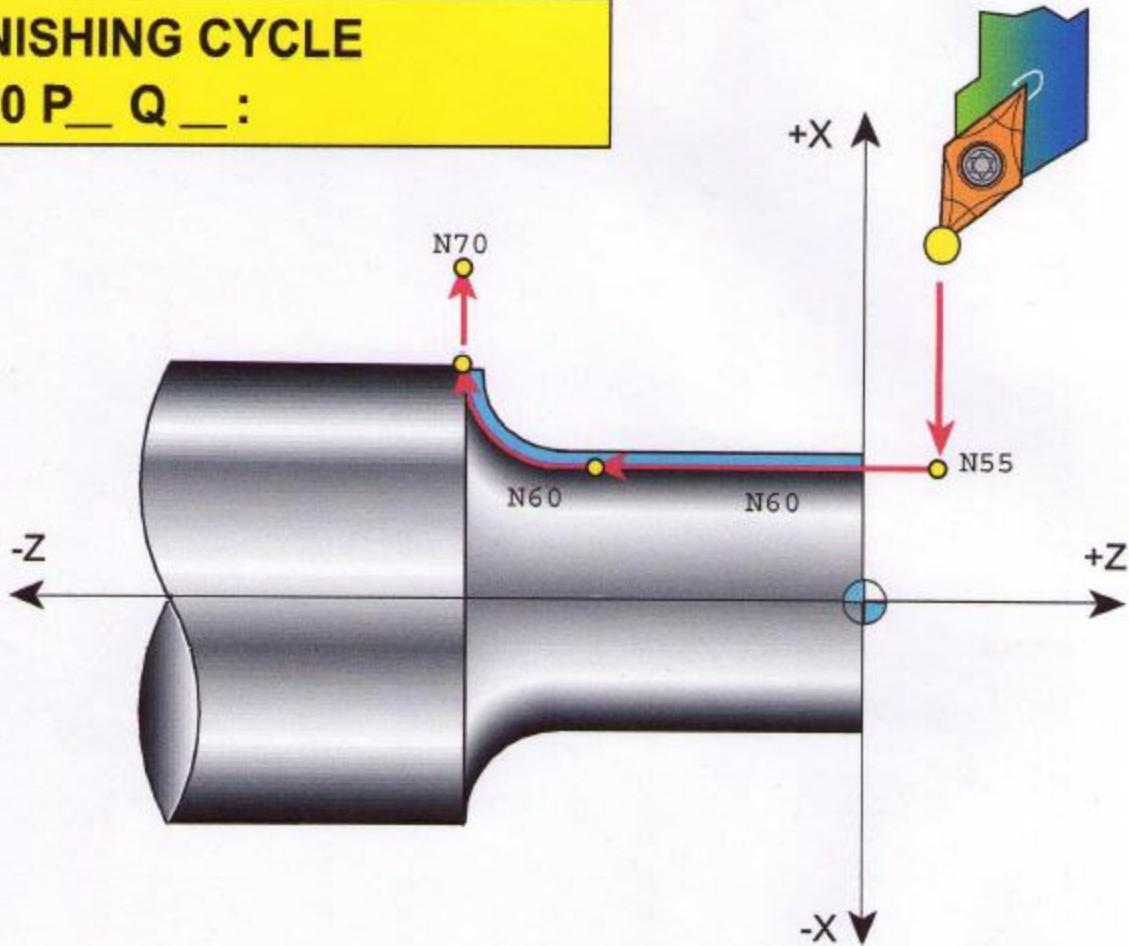
Distancia desde el punto de partida, al centro de la circunferencia donde está inscrito el arco, siempre en valor incremental.

"I" se asocia al eje "X" y "K" al eje "Z"



Aplicación

**FINISHING CYCLE
G70 P_ Q_ :**



Aplicación

N50	G71	U..	R..		
N55	G71	P60	Q75	U+..	W+..

Primer bloque

U profundidad de pasada en mm/radio

R altura de retirada en mm/radio

Segundo Bloque

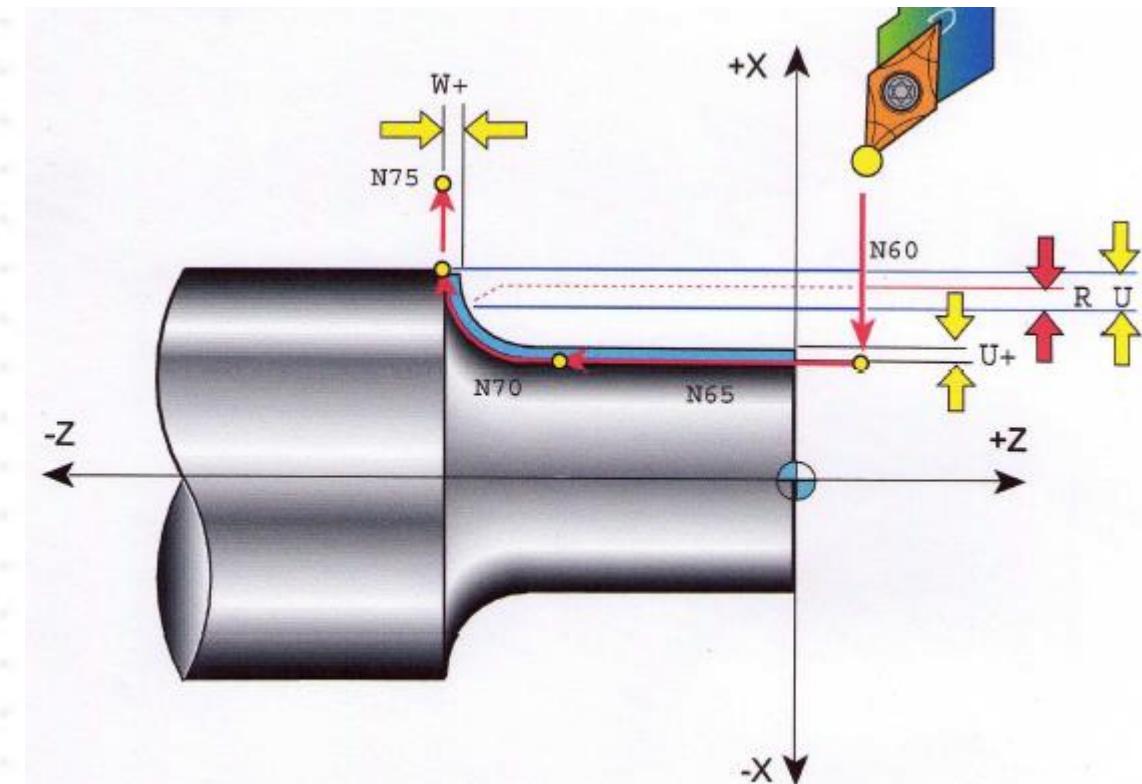
P secuencia donde comienza descripción de perfil

Q secuencia donde finaliza descripción de perfil

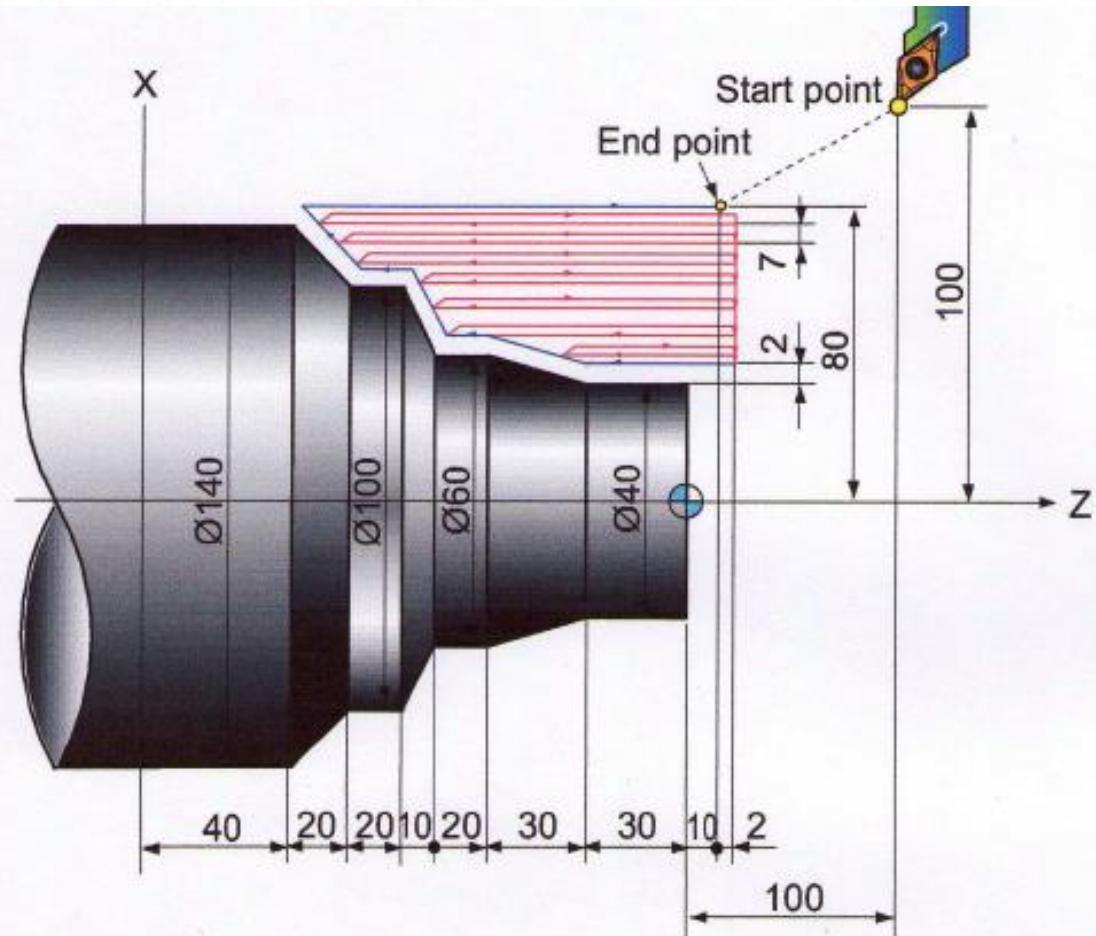
U sobre material de X en mm/diámetro

W sobre material de Z en mm

F también se puede agregar en avance en mm/rev



Aplicación

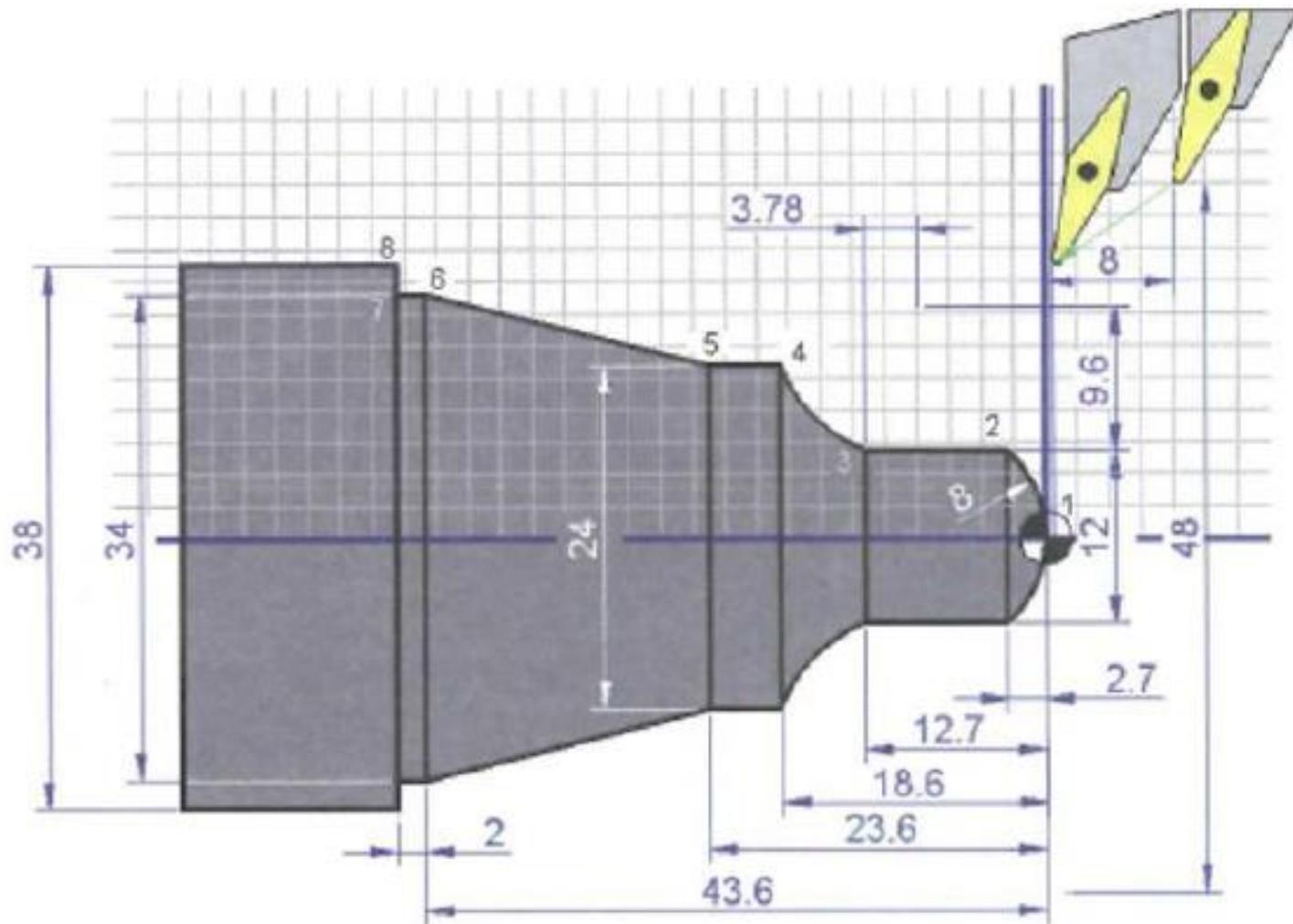


N010 G00 X200.0 Z100.0 :
N011 G00 X160.0 Z10.0 :
N012 G71 U7.0 R1.0 :
N013 G71 P014 Q021 U4.0 W2.0 F0.3 S550 :
N014 G00 G42 X40.0 S700 :
N015 G01 W-40.0 F0.15 :
N016 X60.0 W-30.0 :
N017 W-20.0 :
N018 X100.0 W-10.0 :
N019 W-20.0 :
N020 X140.0 W-20.0 :
N021 G40 U2.0 :
N022 G70 P014 Q021 :
N023 G00 X200.0 Z100.0 :
M30 :

P

práctica

Espacio Práctico Autónomo

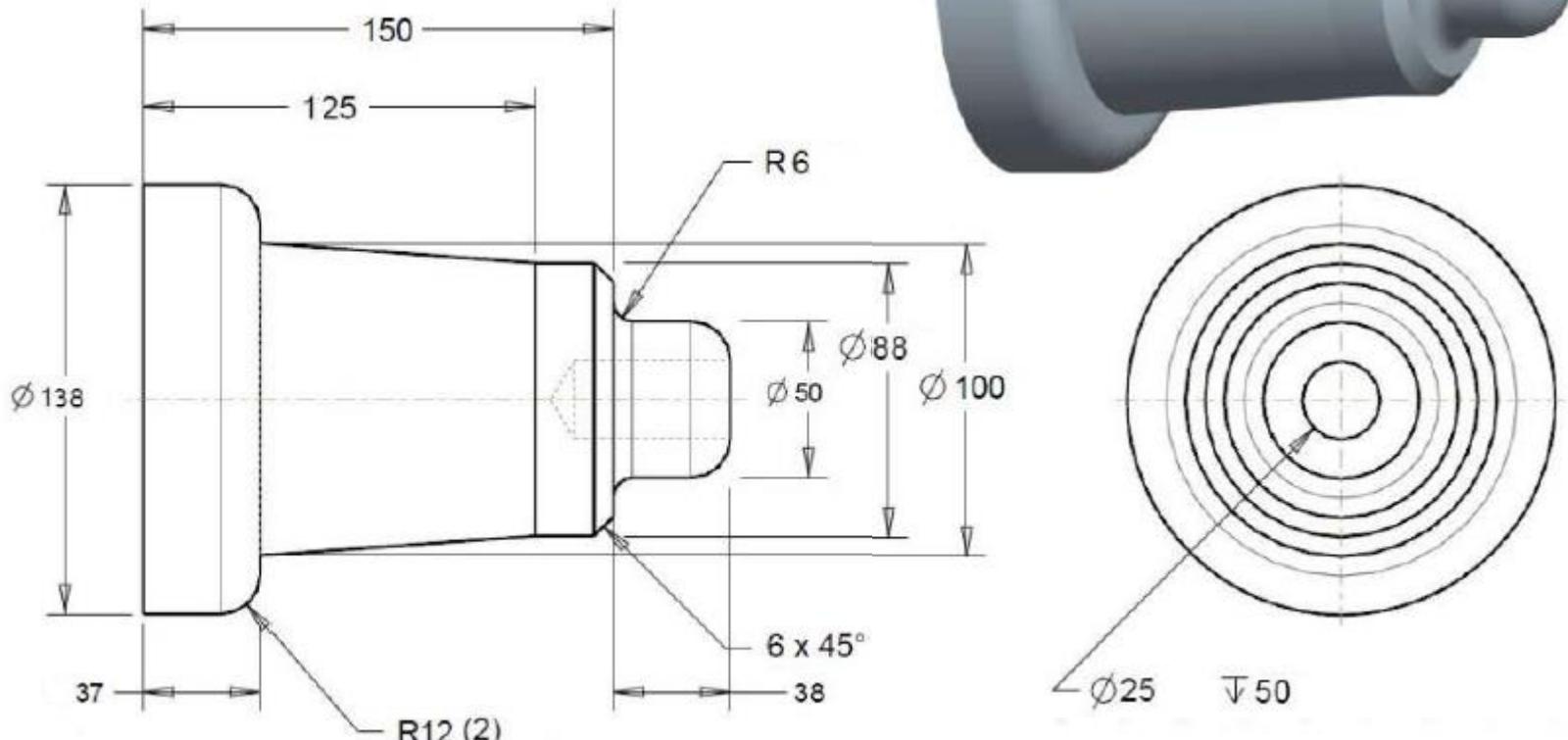


Universidad Católica
San Pablo

P

práctica

Espacio Práctico Autónomo



Universidad Católica
San Pablo

preguntas

¿Qué hemos aprendido en esta sesión?

✓

✓



Universidad Católica
San Pablo





cierre

Cierre de la sesión

Procesos

Consideraciones



¿CUÁL ES TU CONCLUSIÓN FINAL?



Universidad Católica
San Pablo

GRACIAS

Nos vemos la siguiente clase

