



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Maquinados Industriales

Dr. Jesús Antonio Álvarez Cedillo

ENGRANES Y CNC

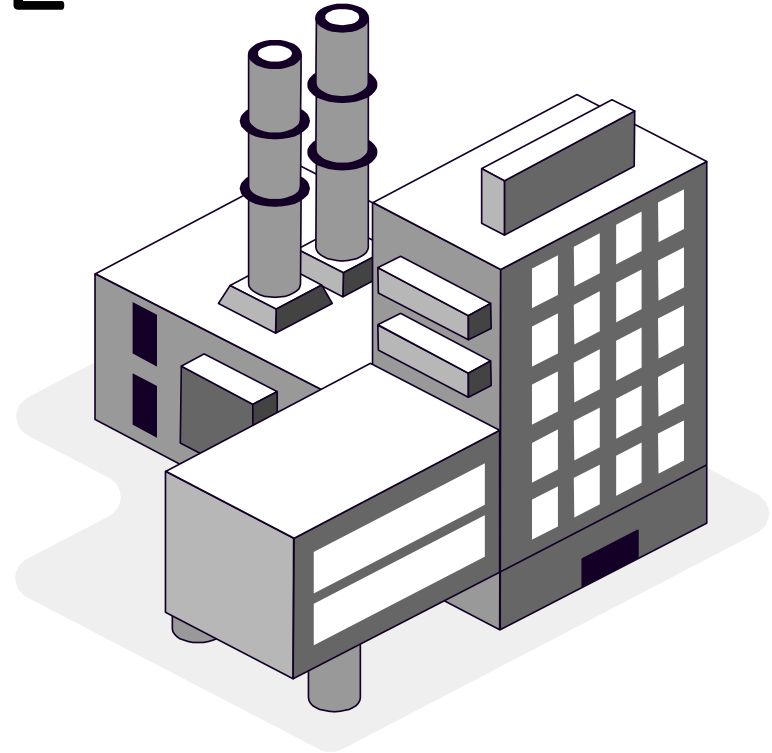




MAQUINADOS AUTOMÀTICOS CON CONTROL NUMÈRICO

CONTROL NUMÈRICO

(CNC)





El control numérico se puede definir en forma genérica como un dispositivo flexible de automatización de una máquina.



Una misma máquina puede efectuar automáticamente procesos distintos con solo sustituir el programa de trabajo.

INTRODUCCIÓN



Permite una elevada flexibilidad de funcionamiento con respecto a las máquinas automáticas convencionales en las que los automatismos se conseguirán mediante sistemas mecánicos o eléctricos difíciles de modificar.



Mientras el desarrollo de la microelectrónica y la informática se aplica a los controladores numéricos, se potencian las funciones que permiten desarrollar, los procedimientos de programación y operación de las máquinas, de tal manera que los CNC-Control Numérico con ordenador que se constituyen hoy día solo conservan de los primitivos CN los principios básicos de funcionamiento.

Las maquinas-herramienta han ido evolucionando hacia la incorporación en una sola maquina de varias operaciones elementales de maquinado que tradicionalmente se efectuaban en maquinas diferentes,.



Hacia la incorporación de cambiadores automáticos de piezas y herramientas apareciendo los centros de maquinado que permiten obtener una pieza terminada, o casi terminada, en una estación de trabajo

En función de las capacidades de proceso y de memoria de los CN han evolucionado también las técnicas y lenguajes de programación

La gran cantidad de fabricantes de controladores y maquinas-herramienta, cada uno con su propio sistema, contribuye a que la panorámica de la programación de los controles numéricos presente una gran diversidad.

PIEZAS

PROGRAMADO

El programador dispondrá del plano de la pieza a fabricar, con cotas, tolerancias y acabados superficiales.

2.- MAQUINADO

La herramienta deberá recorrer los puntos de la superficie de la pieza. Pero la herramienta no puede efectuar automáticamente un recorrido cualquiera.



PROGRAMACIÓN

- Descomponer el perfil de la pieza en tramos ejecutables por la maquina.
- Identificar los puntos de inicio y final de los mismos.

4.- ACOTADO

Los sistemas tradicionales de acotado de planos no facilitan la mayoría de estas cotas, lo que exige del programador la realización de gran numero de cálculos.

La programación asistida por ordenador, especialmente si se dispone de equipo gráfico, simplifica extraordinariamente esta fase

MAQUINAS

El control numérico se monta sobre todo tipo de maquina-herramienta convencional, tanto de arranque y deformación. Así, lo encontramos en tornos, fresadoras, rectificadoras, taladros, mandrinadoras, dobladoras, plegadoras, punzadoras, maquinas de trazar, punteadoras, maquinas de soldar, de oxicorte, de medir, etc.

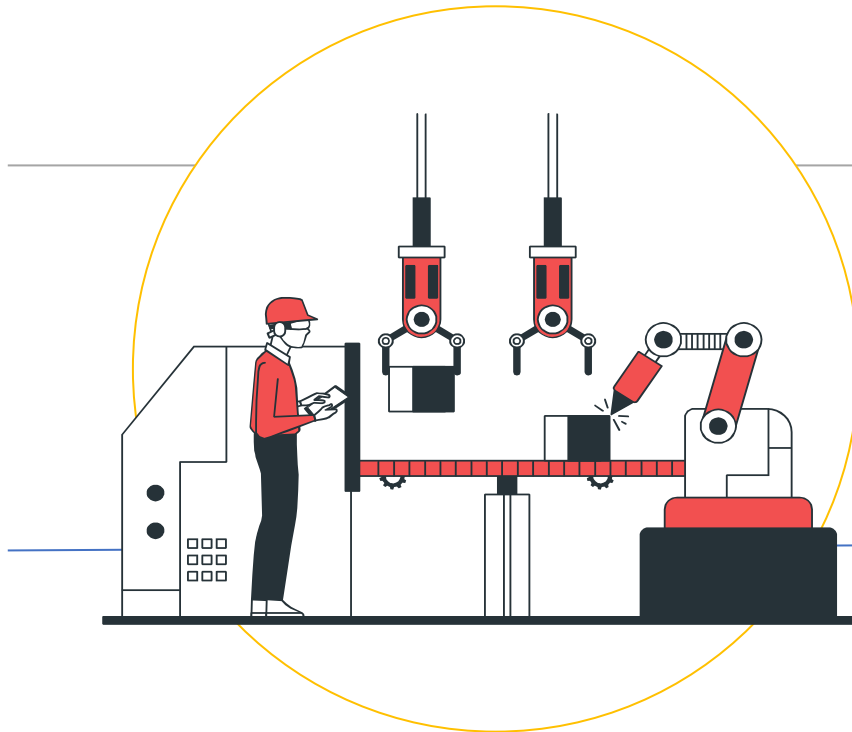


tion



POSICIONADO DE HERRAMIENTAS

Para el posicionado de la herramienta se utilizan dos sistemas:



01

- **Bucle cerrado:**

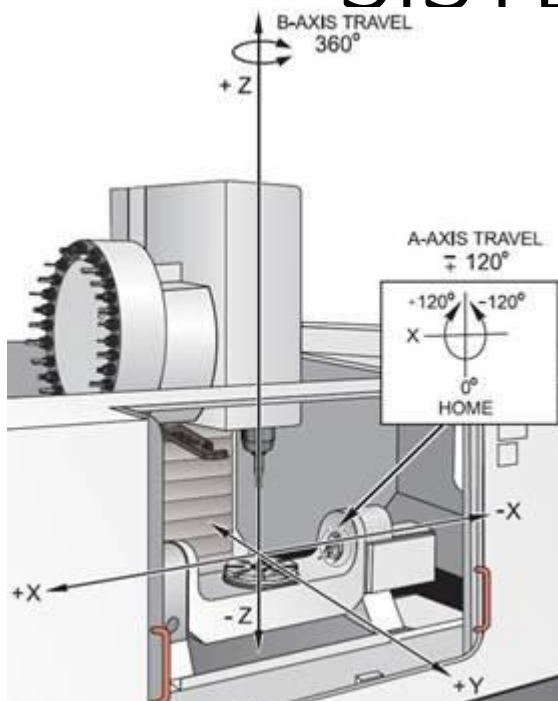
En el sistema de bucle cerrado, un servomecanismo de posición compara en todo momento la posición real con la posición ordenada y actúa en función de la diferencia entre ambas.

02

- **Bucle abierto.**

En el sistema de bucle abierto, un motor paso a paso, alimentado por un tren se impulsos o pasos y su velocidad por la frecuencia de los mismos.

SISTEMAS DE EJES



XYZ

Un sistema de ejes cartesiano XYZ sitúa la herramienta en el punto del espacio deseado y unas rotaciones A B C sobre estos ejes le dan la orientación correcta.

X

El eje X se corresponde con la dirección del eje del husillo principal, que proporciona la potencia de corte.

Y

El eje Y es un eje de traslación principal elegido de manera que con los ejes X y Z forme un triedro de sentido directo.

Z

El eje Z se corresponde con la dirección del eje del husillo principal, que proporciona la potencia de corte.

EL ORIGEN DE COORDENADA

El origen de coordenadas se sitúa en el mismo punto en las máquinas de origen fijo. Cada eje dispone de topes o dispositivos detectores de posición, que define la posición cero de cada uno de ellos. Si la máquina dispone de mesa se identificara también este punto en la misma mediante topes, trazos, etc.

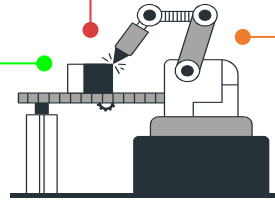
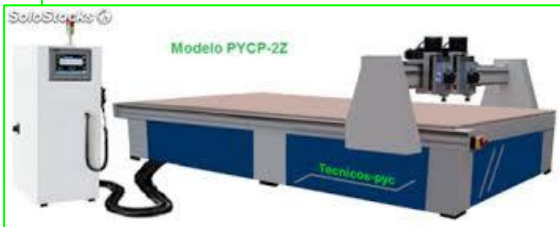
1

El número de ejes gobernados coordinadamente por el control nos da una clasificación de las máquinas que mide la complejidad de los maquinados que puede realizar.

Las máquinas de cuatro ejes, XYZ A o B, permiten efectuar maquinados en el espacio manteniendo la herramienta siempre en el mismo plano, pero en este puede tomar diferentes orientaciones. Realizan, por ejemplo, fresados, taladrados inclinados.

Una máquina de dos ejes será capaz de efectuar cualquier maquinado en el plano definido por los mismos.

2



4



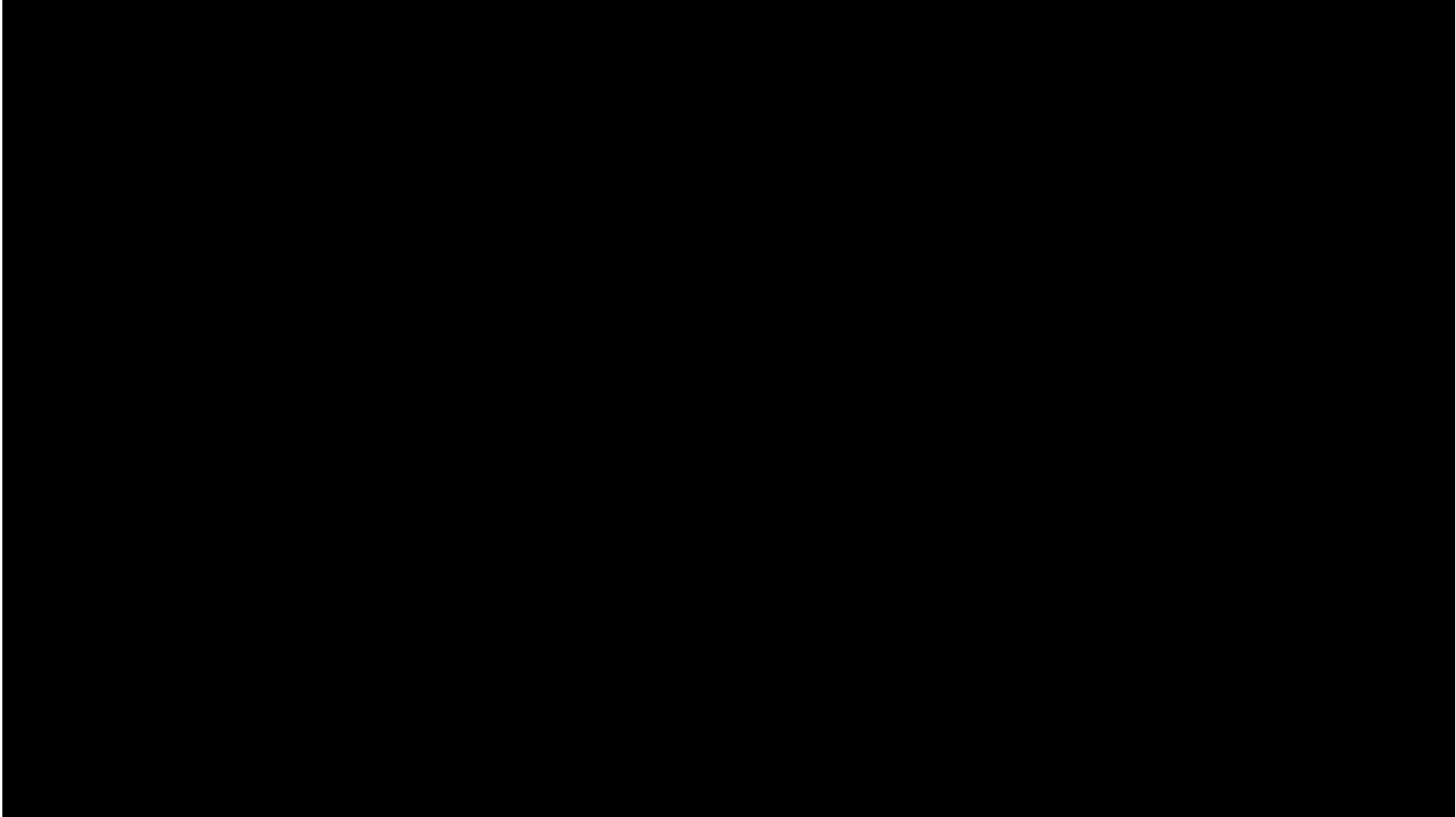
Una máquina de tres ejes XYZ, podrá maquinar superficies en tres dimensiones, pero manteniendo la herramienta siempre en la misma orientación. Podrá efectuar, por ejemplo, vaciados de fondo variable, mientras que en dos ejes la profundidad del fondo será siempre constante.

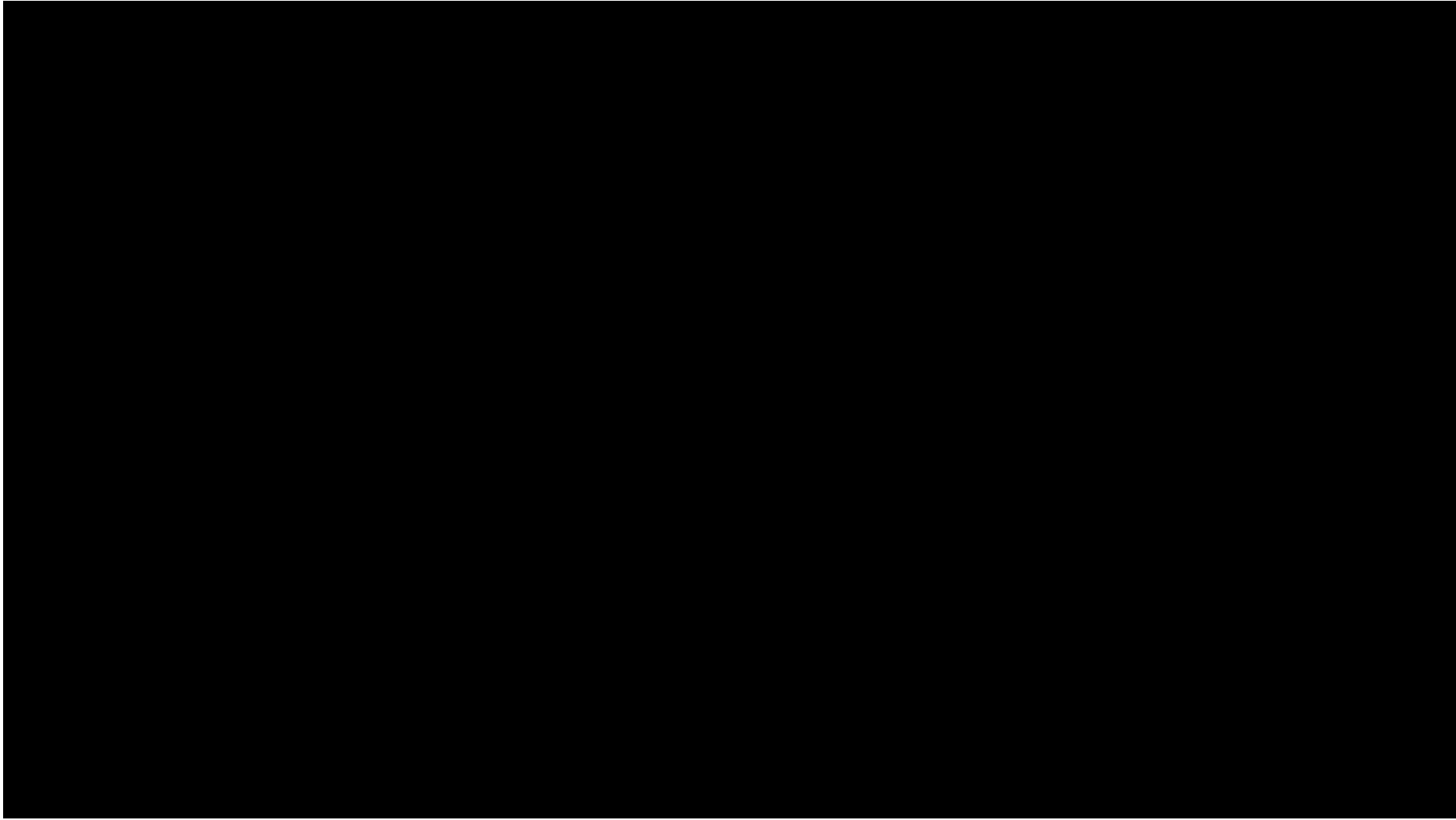
3



5

Las máquinas de cinco ejes XYZ A B, gobernados coordinadamente permiten maquinar en el espacio manteniendo la herramienta siempre normal a una superficie. Se utilizan en general para obtener superficies complejas como las de la industria aeronáutica, de moldes y matrices, etc.





MEDICIÓN DE DESPLAZAMIENTOS

Las máquinas con control de posicionado y bucle cerrado precisan conocer el desplazamiento en cada uno de los ejes para determinar la posición real de la herramienta. Esta función la desarrollan los captadores de posición, que miden una magnitud geométrica - distancia lineal o angular y la transforman en una sola señal capaz de ser interpretada por el control.

Fresadora de consola

Torno paralelo

Torno frontal

Fresadora de bancada



Control de las condiciones técnicas del mecanizado.

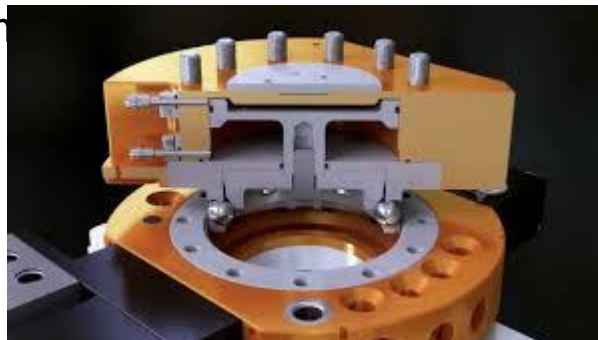
- Cada máquina dispone de una gama de velocidades de avance y de rotación del eje principal. El programador elegirá en cada caso las más adecuadas en función del material a mecanizar, la potencia de la máquina y la precisión y grado de acabado requeridos.
- Para optimizar las condiciones de mecanizado se utilizan sistemas de control adaptativo, en función de los valores suministrados por ciertos captadores, esfuerzo, potencia consumida, vibraciones, etc., modifican los valores de la velocidad de avance para mantener los valores de las magnitudes medidas dentro de ciertos límites.

El cambio de piezas.

- Muchas máquinas de control numérico incorporan últimamente sistemas de cambio automático de piezas. En los tornos se utilizan, en general, robots, desde los más sencillos de sólo coger y colocar moviendo las piezas siempre entre posiciones fijas, hasta robots “inteligentes” que pueden identificar piezas distintas en diferentes lugares de su campo de trabajo gracias a sus sensores de visión, pasando por los más usuales, capaces de recoger y colocar las piezas en los mismos.

CAMBIO DE HERRAMIENTAS.

Otra función que incorporan las máquinas-herramienta de control numérico es el cambio automático de herramientas. Cuando la máquina precisa pocas diferentes se utilizan torretas con herramientas montadas en sus caras; de 6 a 8 tornos y hasta 40 en fresadoras. Girando la torreta se sitúa la herramienta en posición de trabajo. Cuando se precisa un mayor número, se acopla a la máquina un almacén de tambor o de cadena y un manipulador, en general de dos brazos, para cambiar la herramienta montada en el husillo por otra del alm





CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTAS CON CN.



Control numérico “punto a punto”.



Control numérico “paraaxial”.



**Control numérico
“continuo”.**

Control numérico “punto a punto”

Este sistema controla el posicionamiento de la herramienta en los sucesivos puntos donde deben efectuarse una a varias operaciones de maquinado. La trayectoria seguida para pasar de un punto al siguiente no tiene importancia, pues las funciones de posicionamiento y de maquinado son distintas.





FORMAT
c-express 920

Control numérico “punto a punto”

Con este sistema es posible controlar,

además de la posición del órgano móvil, la trayectoria seguida por el mismo según la dirección de algunos de los ejes coordenados. Esta posibilidad se ofrece, generalmente, como una opción adaptable a un sistema de posicionado punto a punto.





Control numérico “continuo”

Una aplicación corriente de este tipo de sistema, dentro de la máquina-herramienta, se halla en la taladradora-fresadora. En cualquier caso, el fresado sólo puede realizarse según trayectorias rectilíneas paralelas a alguno de los ejes coordenados.





TABLA COMPARATIVA TORNO

CONVENCIONAL Y NUMÉRICO

EL TORNO CONVENCIONAL Y EL TORNO DE CONTROL NUMÉRICO		
CARACTERÍSTICAS A COMPARAR	TORNO CONVENCIONAL	TORNO CON CONTROL NUMÉRICO
FORMA DE DAR MOVIMIENTO A LOS CARROS	MANIVELAS Y TORNILLO SIN - FIN	SERVOMOTORES Y HUSILLOS A BOLAS
FORMA DE COBTROL DE VELOCIDADES DE MANDRIL PORTA PIEZA	PALANCAS Y ENGRANES INTERCAMBIABLES	ENCODER Y SERVOMOTOR
MECANISMO DEL HUSILLO	TORNILLO SIN - FIN Y FLECHAS	HUSILLO A BOLAS
FORMA DE CONTROL DE LAS DIMENSIONES AL MAQUINAR	GRADUACIONES DE LOS TAMBORES DE LAS MANIVELAS	SISTEMA DE OFFSETS DE COMPENSACIÓN
FORMA DE TORNEAR UNA ROSCA	TORNILLO GUIA Y ENGRANES INTERCAMBIABLES O PALANCA	PROGRAMADA Y COMANDADA POR EL CONTROL
FORMA DE CAMBIO DE HERRAMIENTA	MANUAL, ACCIONANDO PALANCAS DE CAMBIO	AUTOMATICA COMANDO POR EL CONTROL
TIEMPO DE MAQUIANDO	DEPENDE DE LA HABILIDAD DEL OPERADOR	PRECALCULADO Y CONTROLADO POR EL CONTROL
LA PRECISION DE LOS MAQUIANDOS	DEPENDE DE LA HABILIDAD DEL OPERADOR	MAXIMA Y CONSTANTE



ERICO

CONTROL PROGRAMABLE



Un control programable por definición, de acuerdo a la asociación nacional de fabricantes de aparatos eléctricos (nema) es: Un sistema electrónico de operación digital que usa una memoria programable donde almacena las instrucciones de control que deberán realizar funciones específicas tales como: lógica, secuencia, conteo y operaciones aritméticas para controlar diversos procesos o máquinas a través de los módulos de entrada/salida analógicas o digitales. Un computador digital que se

ESTRUCTURA DEL HARDWARE

1.- UNIDAD CENTRAL DE PROCESO.

2.- UNIDAD DE MEMORIA.

3.- UNIDAD DE INTERFACE.

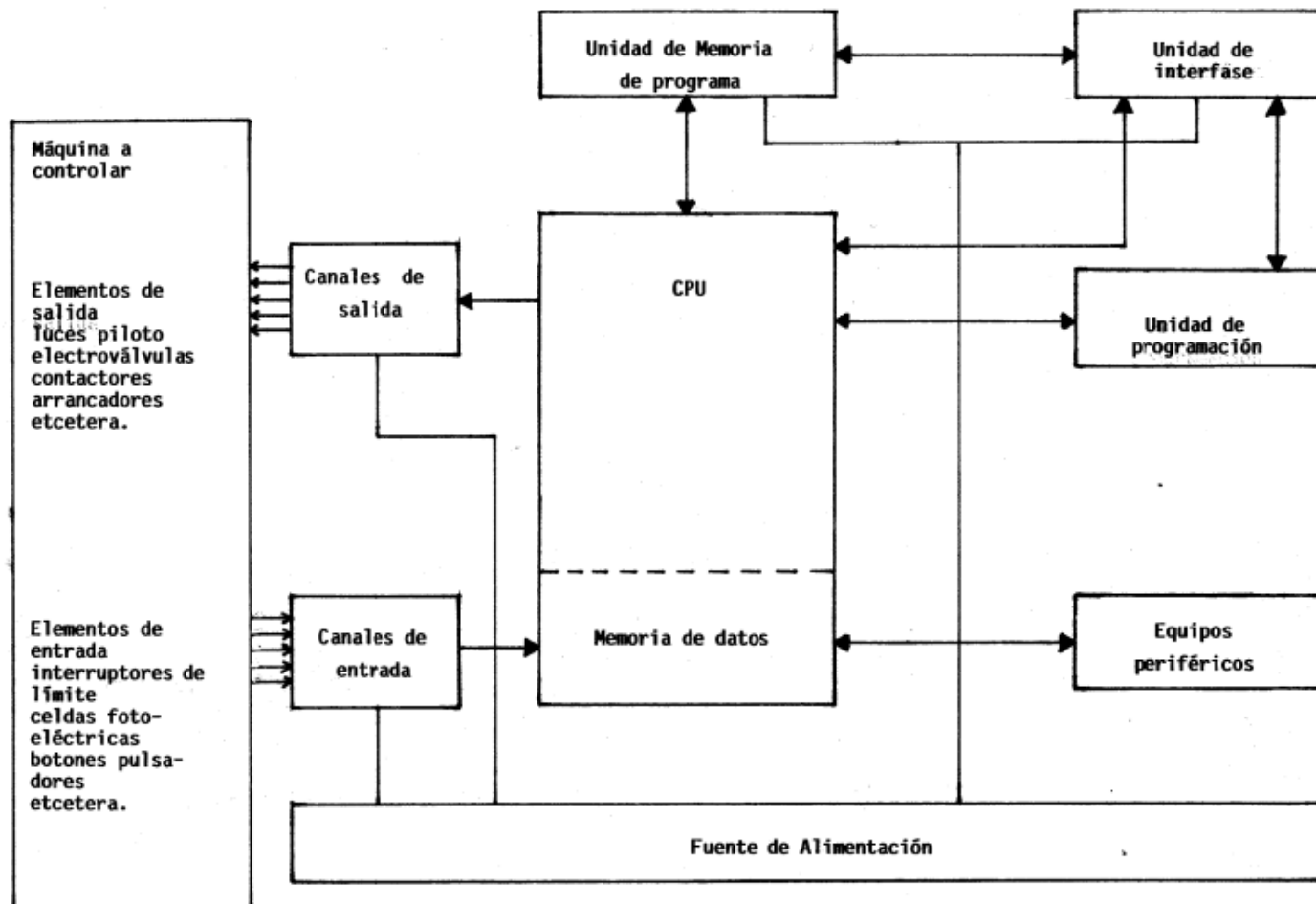


4.- UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA

5.- FUENTE DE ALIMENTACION.

6.- PROTECCION MECANICA DEL HARDWARE.





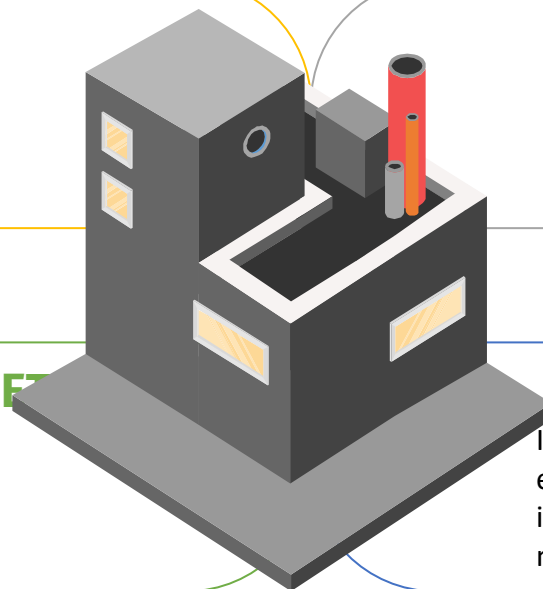
EL HARDWARE

PROGRAMACION DE MAQUINAS CON C.N.

PROGRAMACIÓN



Es un arreglo de una configuración que nos da información en un orden determinado.



INFORMACION TECNOLOGICA

Describe los datos referentes a las condiciones de maquinado, los materiales, el modo de funcionamiento de la maquina, etc.



INFORMACIÓN GEOMETRICA



Es un arreglo de una configuración que nos da información en un orden determinado.

INFORMACIÓN DE MOVIMIENTO

Indica el orden secuencial de las operaciones y el tipo de función de desplazamiento. Esta información es la que indica como se va a mover la maquina.



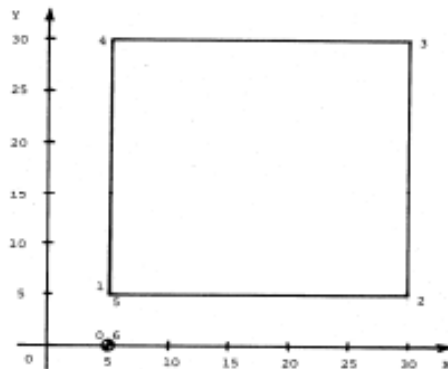


2019/01/04 07:10:50

FUNCIONES PRINCIPALES UTILIZADAS EN LA MAQUINA DE ELECTROEROSION POR HILO

G00 - Desplazamiento lineal sin erosión a máxima velocidad G00 Xx Yy					
G01 - Interpolación lineal con erosión G00 Xx Yy					
G02 - Interpolación circular en sentido horario G02 Xx Yy Ii Jj					
Los valores de Ii, Jj siempre se dan el sistema incremental o relativo.					
G03 - Interpolación circular en sentido antihorario G03 Xx Yy Ii Jj					
G04 - Pausa G04 X-----; G04 x 100 = 1 segundo					
G20 - Llamando a un ciclo o subprograma o sub-rutina G20 N10 A0 D300 L12					
N - Numero de identificación del ciclo					
A - Angulo inicial					
D - Angulo de incremento					
L - Frecuencia de repetición					
G21 - Define ciclo de programa inicial					
G22 - Fin de ciclo de programa					
G28 - Regrese al punto de inicio y también cancela offset					
G41 - Activa offset con entrada a la izquierda					
G42 - Activa offset con entrada a la derecha					
G60 - Igual a G28 debe escribirse en bloque independiente					
G90 - Sistema absoluto					
G91 - Sistema incremental o relativo					
G92 - Ajusta o fija origen de las coordenadas G92 XX Yy debe ser en un bloque independiente					
M00 - Alto o suspensión de maquinado.					
M01 - Alto opcional					
M02 - M03 - fin de programa					
N21 - Alto sin parar bomba de recirculación					
H1 - Offset 1					
H2 - Offset 2					
F - Velocidad de maquinado					

EJERCICIO No 1 FABRICACION DE CUADRADO DE 25mm



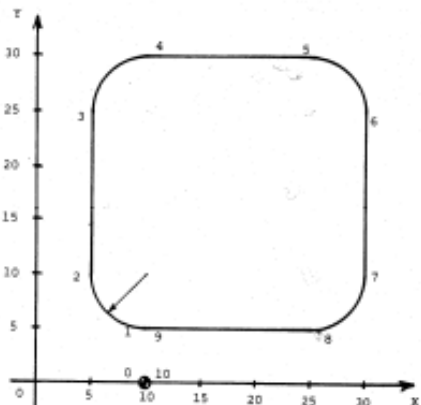
SISTEMA ABSOLUTO

```
G90
G42
1 G01 X5 Y5
2 G01 X30 Y5
3 G01 X30 Y30
4 G01 X5 Y30
5 G01 X5 Y5
6 G00 X5 Y0
M02
```

SISTEMA INCREMENTAL (RELATIVO)

```
G91
G42
1 G01 X0 Y5
2 G01 X25 Y0
3 G01 X0 Y25
4 G01 X-25 Y0
5 G01 X0 Y-25
```

EJERCICIO No 2 FABRICACION DE CUADRADO DE 25mm CON RADIOS DE 5mm EN LAS ESQUINAS.

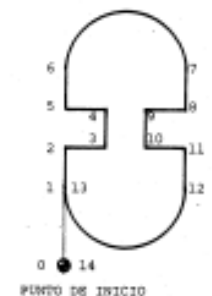
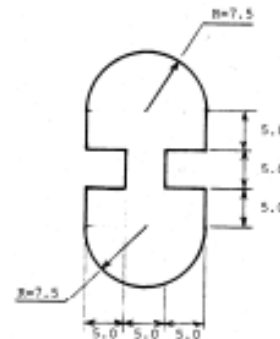


SISTEMA ABSOLUTO

```
G90
G41
1 G01 X10 Y5
2 G02 X5 Y10 Y0 J5
3 G01 X5 Y25
4 G02 X10 Y30 Y5 J0
5 G01 X25 Y30
6 G02 X30 Y25 Y0 J-5
7 G01 X30 Y10
8 G02 X25 Y5 Y-5 J0
9 G01 X10 Y5
10 G00 X10 Y0
M02
```

SISTEMA INCREMENTAL (O RELATIVO)

```
G91
G41
1 G01 X0 Y5
2 G02 X-5 Y5 Y0 J5
3 G01 X0 Y15
4 G02 X5 Y5 Y5 J0
5 G01 X15 Y0
6 G02 X5 Y-5 J0 J-5
7 G01 X0 Y-15
8 G02 X-5 Y-5 Y-5 J0
9 G01 X-15 Y0
10 G00 X0 Y-5
M02
```



PUNTO DE INICIO

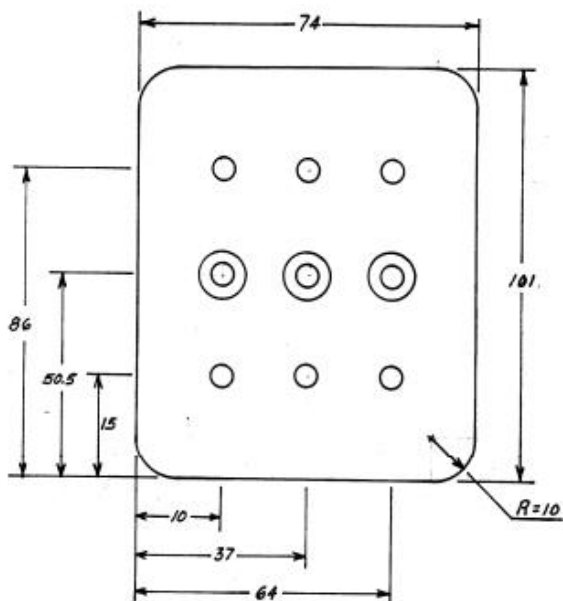
PROGRAMA SIMPLIFICADO

```
G91 *
G41 *
1 G01 X0 Y10000 *
2 G01 X0 Y500 *
3 G01 X5000 Y0 *
4 G01 X0 Y5000 *
5 G01 X-5000 Y0 *
6 G01 X0 Y5000 *
7 G02 X15000 Y0 17500 J0 *
8 G01 X0 Y-5000 *
9 G01 X-5000 Y0 *
10 G01 X0 Y-5000 *
11 G01 X5000 Y0 *
12 G01 X0 Y-5000 *
13 G02 X-15000 Y0 Y-7500 J0 *
14 G00 X0 Y-10000 *
M02
```

```
G91 G41 *
1 G01 X0 Y5
2 Y5000 *
3 X5000 *
4 Y5000 *
5 X-5000 *
6 Y5000 *
7 G02 X15000 17500 *
8 G01 Y-5000 *
9 X-5000 *
10 Y-5000 *
11 X5000 *
12 Y-5000
13 G02 X-15000 Y-7500 *
14 G00 Y-10000 *
M02
```

PRINCIPALES FUNCIONES UTILIZADAS EN EL CENTRO DE MAQUINADO

G000 Movimiento rápido a máxima velocidad	G76 Ciclo de mandrinado
G00 X____ Y____ Z____	G80 Cancelación de ciclo enlatado
G01 Interpolación lineal a un avance programado	G81 Ciclo de taladro con avance constante
G01 X____ Y____ Z____	G81 X____ Y____ Z-____ R____ F____
F = Avance en mm/min (G94) mm/rev (G94)	G90 Sistema absoluto
G02 Interpolación circular en sentido horario.	G91 Sistema incremental
G02 X____ Y____ R____ F____	G92 Programación de punto cero absolutos
G03 Interpolación circular en sentido antihorario.	G98 Regresa al punto de inicio
G03 X____ Y____ R____ F____	G99 Regresa a punto R
G04 Paro Temporizado	M01 Paro opcional
G04 X____ seg. (Sist. absoluto)	M02 Fin de programa
G04 U____ seg. (Sist.incremental)	M03 Giro del husillo sentido horario
G20 Unidades en pulgadas	M03 S____
G21 Unidades en milímetros	M04 Giro del husillo sentido antihorario
G28 Regresa a punto de referencia	M04 S____
G40 Cancelación de compensación del radio de la herramienta.	M05 Paro del husillo
G41 Compensación del radio de la herramienta a la izquierda.	M06 Cambio de la herramienta
G42 Compensación del radio de la herramienta a la derecha.	M06 T____ H____
G73 Ciclo enlatado de taladro (taladro profundo en picos).	M08 Refrigerante "ON" (Enciende)
G73 X____ Y____ Z-____ Q____ R____ K____ F____	M09 Refrigerante "OFF" (Apaga)
Q = Profundidad de cada pico	M30 Fin de programa y cursor regresa a 1er bloque
R = Distancia recorrida en vacío de la broca	M38 Abre puerta
K = Numero de agujeros.	M39 Cierra puerta



EJERCICIO

En la placa que se ilustra en la figura elaborar 9 agujeros con broca de centros de 7 mm de profundidad, 3 cajas de 6.3 mm de diámetro y 2 mm de profundidad, maquinar el contorno con radios de 10 mm en las esquinas y 1.5 mm de profundidad.

Hacer el programa correspondiente, considerando las compensaciones de T01 broca de centros.

T02 Cortador vertical 6.3 mm diam. (cajas)

T03 Cortador vertical 9.4 mm diam. (contorno)

PROGRAMA

N010 G21 G94 G40 G80 M39	N160 G73 X10 Z-2 Q1.0 R2 F70				
N020 G91 G28 X0 Y0 Z0	G98 X37				
N030 G90 M06 T01	G99 X64				
N040 M03 S2500	N170 G80				
N050 G92 X-158.3 Y108.4 Z14.1	N180 G00 Z10 M09	N380 G91 G28 X0 Y0 Z0			
N060 G00 X0 Y15 G43 H01	N190 G91 G28 X0 Y0 Z0	N384 M38			
N070 Z3 M08	N200 G90 M06 T03	N390 M30			
N080 G81 X10 Z-4 R2 F70	N210 M03 S1200				
G98 X37	N220 G00 X-20 Y50.5				
G99 X64	N230 Z-1.5 M08				
G98 Y50.5	N240 G42 G00 X-15 H19				
X37	N250 G00 X-10				
X10	N260 G01 X0 F70				
Y86	N270 Y10				
X37	N280 G03 X10 Y0 R10 F35				
X64	N290 G01 X64 F70				
N090 G80	N300 G03 X74 Y10 R10 F35				
N100 G00 Z10 M09	N310 G01 Y91 F70				
N110 G91 G28 X0 Y0 Z0	N320 G03 X64 Y101 R10 F35				
N120 G90 M06 T02	N330 G01 X10 F70				
N130 M03 S1500	N340 G03 X0 Y91 R10 F35				
N140 G00 X0 Y50.5 G43 H2	N350 G01 Y-15 F70				
N150 G00 Z3 M08	N360 G00 Z10 M09				
	N370 G40				