

Cada cop es fan servir menys a causa de la seva resistència al desgast i de l'alt coeficient de fregament.

- Guies hidrostàtiques: es posa un coixí d'oli entre les dues superfícies que tenen un moviment relatiu. No hi ha contacte entre tots dos materials. Cal regular bé l'alçada de la pel·lícula d'oli per obtenir la màxima precisió. No hi ha desgast a causa del baix coeficient de fregament. Són les que reuneixen les millors condicions.

6.4 Captadors de posició

La funció principal dels captadors de posició és transformar una magnitud mecànica (desplaçament lineal, angle de gir, etc.) en un senyal elèctric proporcional. Aquesta magnitud elèctrica és enviada al CN, on és processada i analitzada per determinar la posició de l'element controlat.

Algunes de les característiques que cal tenir en compte a l'hora de decidir el tipus de captador més adient són les següents:

- Camp de mesura: és el desplaçament màxim que el captador pot mesurar.
- Poder de resolució: és la variació mínima que el captador pot apreciar.
- Precisió: és la diferència entre el senyal real que dona el captador i el que donaria un captador ideal en el mateix cas.
- Precisió de repetició: precisió amb què un element desplaçable se situa en una mateixa posició.
- Sensibilitat: és la relació entre la variació del senyal de sortida del captador i la variació corresponent al valor mitjà (per exemple, mV/ μ m).
- Soroll: senyal degut als paràsits. La seva influència no és la mateixa per als captadors analògics que per als digitals.
- Sensibilitat en la direcció del desplaçament: indicació immediata del sentit del moviment de l'element desplaçable.
- Velocitat màxima de detecció: aquesta velocitat depèn del poder de resolució del captador. Un poder de resolució elevat correspon en general a una velocitat reduïda.

Actualment es fan servir majoritàriament dos tipus de captadors analògics, el resolver i l'inductosyn. Els resolvers són captadors inductius rotatius amb una constitució semblant a certs motors elèctrics. L'inductosyn lineal inductiu és format per dos elements mòbils independents i sense contacte.

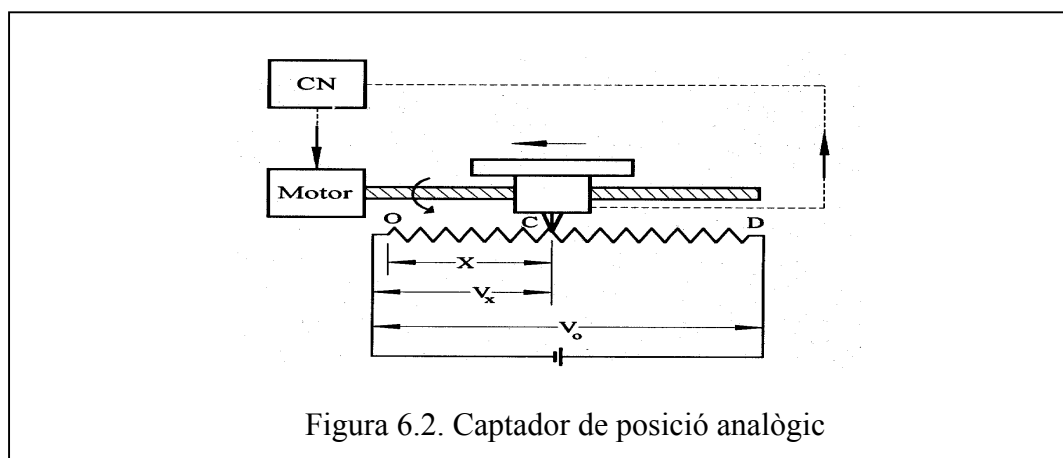
Es poden classificar en:

- Analògics o digitals, segons la naturalesa de la informació que proporcionen.
- Absoluts o incrementals, segons la relació entre la magnitud mecànica i l'elèctrica.
- Directes o indirectes, segons la situació del captador en la cadena de control.
- Lineals o rotatius, segons la forma física del captador.

6.4.1 Captadors de posició analògics o digitals

En els captadors de posició analògics, el senyal de sortida emès depèn de la variació, en general, d'una resistència elèctrica, i és continu i proporcional al desplaçament recorregut.

A la figura 6.2 es mostra un captador de posició analògic. A la bancada de la màquina tenim una resistència fixa i a la part mòbil tenim un cursor C que llisca amb la resistència. La caiguda de tensió entre O i C és proporcional a la posició de la taula respecte a O. En el cas que C i O coincideixin, la caiguda de tensió és zero, i quan C és a D, la caiguda és V_o . Quan C està en una posició intermèdia, la caiguda és V_x . Per tant, la tensió varia de manera contínua i proporcional a la posició X.



En els captadors digitals, els senyals de sortida són impulsos elèctrics produïts per la presència o l'absència de llum. Permeten caracteritzar un nombre finit de posicions. Consten d'una font lluminosa, fotoreceptors encarregats de recollir la llum emesa i un disc de metall o vidre dividit en zones opaques i transparents.

La figura 6.3 presenta un captador de posició digital. Un disc amb ratlles opaques i transparents està fix a l'eix que acciona el motor per fer moure el carro o taula. Amb un fotoemissor i un fotoreceptor, quan gira el disc, el raig de llum que arriba al sensor es va interrompent successivament pel pas de ratlles opaques. En arribar llum al fotoreceptor, aquest emet un impuls. Comptant el nombre d'impulsos que emet aquest sensor, es coneix el desplaçament angular de l'eix. Si coneixem el pas de la rosca de l'eix, ja podem saber el desplaçament lineal de la part mòbil.

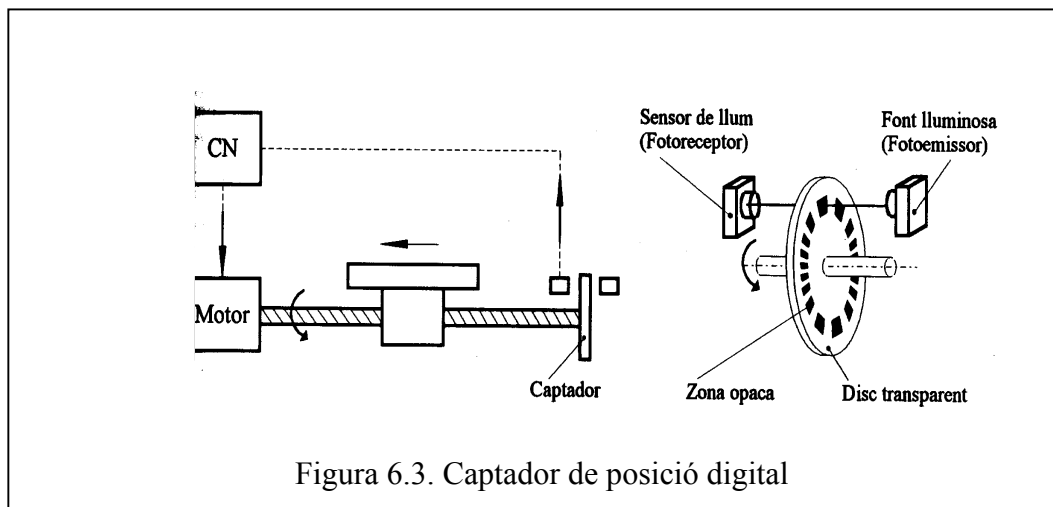


Figura 6.3. Captador de posició digital

6.4.2 Captadors de posició absoluts o incrementals

Els sistemes absoluts donen una sortida única que sempre és la mateixa a cada posició del recorregut, és a dir, cada punt és definit en relació amb un punt sempre fix pres com a origen. Se'n pot veure un exemple a la figura 6.2.

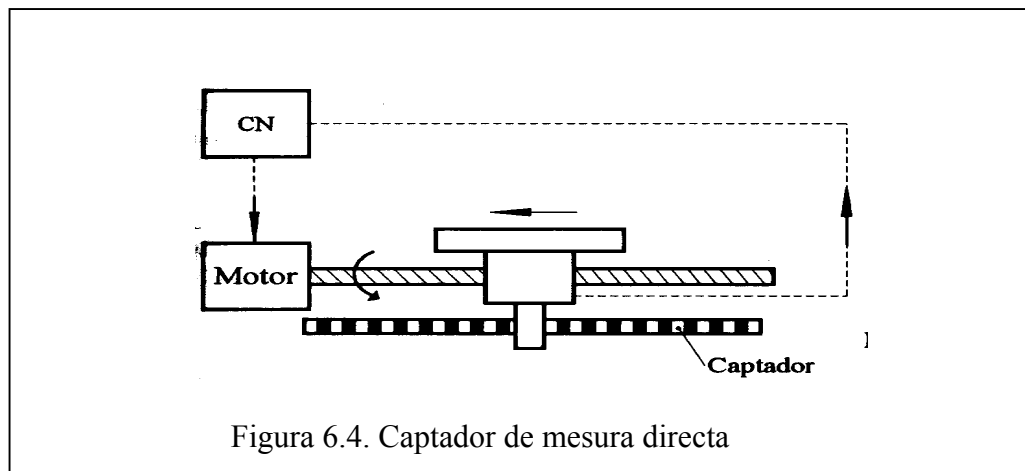
Contràriament, els captadors incrementals emeten un senyal per cada pas que avança el captador. Un punt de referència fix (microruptor-captador electromecànic) ens permet conèixer la posició de l'element per controlar, respecte a la màquina (eixos i zero màquina). Cada cop que es posa en marxa la màquina inicialment cal fer passar el carro (o taula a la fresadora) pel punt de referència de cada eix, punt que és conegut pel control. El captador de posició de la figura 6.3 és del tipus incremental.

Amb els captadors de posició incrementals, si la màquina es desconnecta, quan es torni a posar en marxa sempre caldrà passar pel punt de referència de cada eix. No és així als captadors absoluts.

6.4.3 Captadors de posició de mesura directa o indirecta

En un captador de posició de mesura directa no hi ha cap element mecànic intermedi entre l'element desplaçable que s'ha de controlar i el mateix captador de posició; per tant, el moviment es mesura directament.

A la figura 6.4 es pot observar un captador de desplaçament lineal digital òptic de mesura directa.



Un captador és de mesura indirecta quan no detecta directament el moviment de l'element desplaçable, sinó que capta i mesura el desplaçament d'un altre element que està relacionat cinemàticament amb el desplaçament de l'element mòbil que s'ha de controlar (per exemple, el gir de l'eix).

A la figura 6.3 hi ha la representació d'un captador digital de mesura indirecta.

6.4.4 Captadors de posició lineals o rotatius

Aquesta classificació està relacionada amb el tipus de moviment que exigeix el principi de funcionament del captador. Quan el captador és del tipus regla, com és el cas de l'inductosyn lineal o les regles graduades (codificades), com que el seu principi de funcionament exigeix un desplaçament lineal entre les parts funcionals, aquests captadors reben el nom de *captadors lineals* (vegeu la figura 6.4).

En els rotatius, entre la part fixa i la part mòbil hi ha un desplaçament angular, ja que el desplaçament per controlar és angular (vegeu la figura 6.3).

7. Conceptes previs a la programació amb CNC

En general, la informació necessària per a la mecanització d'una peça amb CNC pot ser de tipus geomètric i de tipus tecnològic.

La informació geomètrica és la que conté les dades referents a les superfícies de referència, l'origen dels moviments, etc.

La informació tecnològica descriu les dades referents a les condicions de mecanització, els materials, el mode de funcionament de la màquina, etc. En definitiva, totes les dades que no tenen res a veure amb la geometria de la peça.

El *llenguatge de programació* (alfanumèric) conté informació geomètrica i informació tecnològica.

INFORMACIÓ	
Geomètrica	Tecnològica
- Dimensions de la peça - Acabat superficial - Toleràncies - Dimensions de l'eina - Etc.	- Velocitat d'avançament i de tall - Mode de funcionament de la màquina de CN - Característiques del material de la peça - Característiques de l'eina - Etc.

Tota la informació arriba al control numèric mitjançant la programació.

Abans de fer la programació, és necessari conèixer:

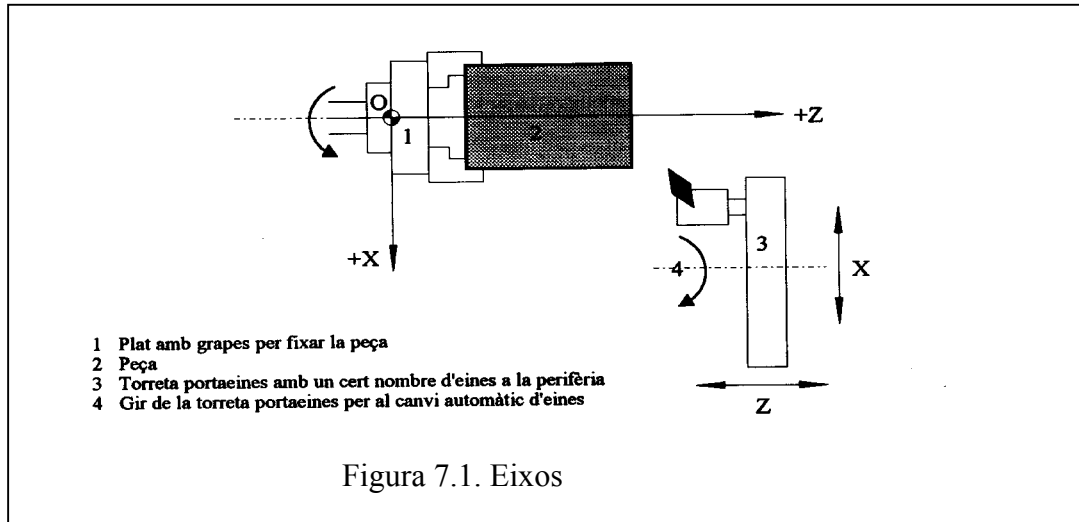
- Les potències, les velocitats, els esforços admissibles, etc., és a dir, les característiques de la màquina.
- Les característiques del control numèric (tipus de control, nombre d'eixos, format del bloc, llista de funcions codificades, etc.).
- Les dimensions de la peça en brut.
- El plànol amb cotes i toleràncies de la peça que s'ha de mecanitzar.
- La situació dels punts i les superfícies de referència de la peça.

7.1 Eixos

El sistema d'eixos que utilitzen les màquines amb CNC estan normalitzats segons la UNE 78.018, la ISO-841 i la DIN 66217.

Els eixos principals que determinen els possibles plànols de la màquina es denominen X, Y i Z.

L'eix X és perpendicular a Z. Sempre que sigui possible, l'eix X serà horitzontal i paral·lel a la superfície de fixació de la peça. A les màquines on les peces tenen moviment de rotació, l'eix X és radial, perpendicular a Z i paral·lel a les guies del carro transversal, amb sentit positiu quan l'eix s'allunya de la peça (vegeu la figura 7.1).



L'eix Z està col·locat paral·lelament a l'eix principal de la màquina. El sentit positiu origina un allunyament entre la peça i l'eina, considerant que l'eina es desplaça i la peça és fixa.

L'eix Y és perpendicular al plànol XZ.

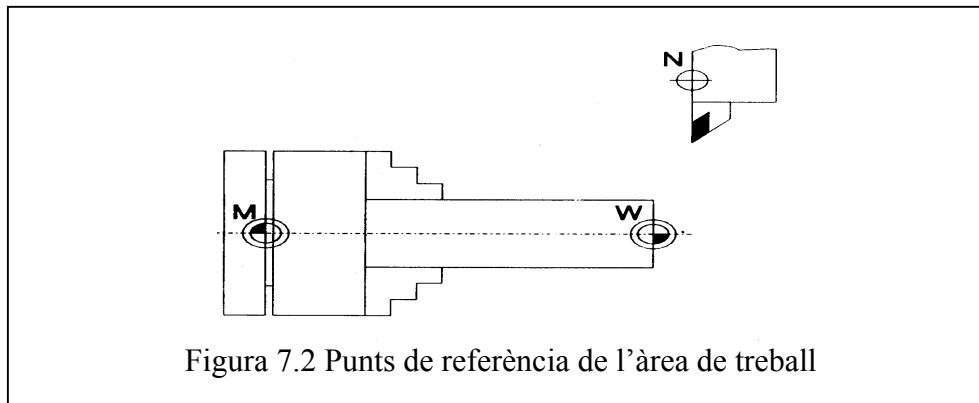
Els valors de les coordenades en direcció negativa descriuen els moviments de l'eina cap a la peça de treball; els valors en direcció positiva descriuen els moviments des de la peça de treball.

7.2 Punts d'origen i referència

7.2.1 Punt d'origen màquina (punt zero M)

És l'origen del sistema de coordenades de la màquina; els eixos tenen el valor 0 quan estan en aquesta posició exacta. La localització d'aquests eixos depèn del tipus de màquina eina. Així, en el cas del torn, pot coincidir amb el punt de referència de la màquina (vegeu 7.2.3), encara que és més freqüent que el referent a l'eix estigui a l'eix de revolució del capçal, ja que facilita considerablement el reglatge de les eines. Aquest punt roman sempre fix a la màquina i no es pot desplaçar.

La representació del punt d'origen màquina (M) es pot veure a la figura 7.2.



7.2.2 Punt origen peça W

Aquest punt marca l'origen de coordenades per a la peça. El punt l'ha de seleccionar el programador amb l'únic criteri de fer més senzill el full de programació (vegeu la figura 7.2).

7.2.3 Decalatge d'origen

Quan fem la programació seria poc àgil programar el perfil de la peça amb coordenades dels punts de perfil respecte a l'origen màquina, M. El CNC permet introduir el decalatge d'origen per definir un origen per a la programació diferent de l'origen màquina. Per tant, el punt M no és adequat com a punt de partida per a la programació.

La configuració del decalatge d'origen disposa de quatre decalatges ajustables. Quan es defineix un valor de decalatge d'origen a la configuració (G54-G57) aquest valor es té en compte en cridar el programa i el punt zero de coordenades es desplaça de M cap a la dreta, tant com indiqui el valor, fins al punt zero de la peça de treball W.

Dintre d'un programa de peces es pot canviar el punt zero de la peça de treball tantes vegades com es vulgui, amb "G58, G59 –Decalatge d'origen programable".

7.2.4 Punt de referència de la màquina

El punt de referència (PR) s'estableix a la màquina mitjançant dispositius electromecànics formats per lleves, microrruptors, etc. Aquests punts estan relacionats directament amb el CNC i fixen un valor absolut del sistema de coordenades.

Quan es connecta i es posa en marxa la màquina, cal que el carro de cada eix vagi al punt de referència corresponent (PR) a fi que el CNC n'identifiqui la posició respecte a la màquina i carregui aquesta dada.

7.3 Coordenades absolutes i coordenades incrementals

Sistema de coordenades incrementals

Quan es programa emprant el sistema incremental, cada punt de la peça sempre es refereix a la distància fins al punt anterior on estava l'eina.

A la programació de valor incremental es descriuen trajectòries reals de l'eina (de punt a punt). En el cas de les coordenades incrementals, X s'introdueix com a radi.

Sistema de coordenades absolutes

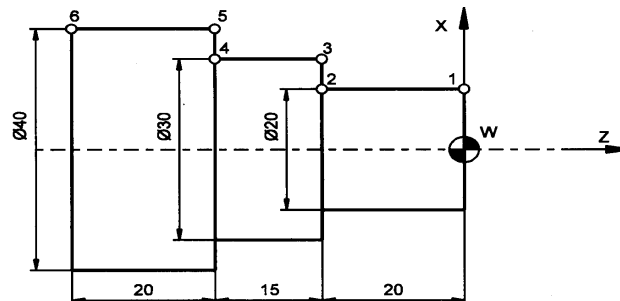
Els punts de la peça se situen per referència a un punt zero W comú. Per tant, les correccions de programa són molt més fàcils de realitzar quan es programa amb coordenades absolutes, ja que l'última posició de l'eina no influeix en les modificacions.

En el cas de les coordenades absolutes, X s'introdueix com a diàmetre.

Un aspecte que cal tenir en compte és que fer servir coordenades absolutes dona més precisió, ja que en les coordenades incrementals es poden anar acumulant errors en les posicions successives de cada punt respecte a l'anterior.

Els CNC permeten programar els desplaçaments en coordenades absolutes o en coordenades incrementals. També es pot canviar de coordenades absolutes a incrementals o a la inversa al llarg d'un programa.

A continuació se'n presenta un exemple:



	C. absolutes	C. incrementals
W	X0 Z0	X0 Z0
1	X20 Z0	X10 Z0

2	X20 Z-20	X0 Z-20
3	X30 Z-20	X5 Z0
4	X30 Z-35	X0 Z-15
5	X40 Z-35	X5 Z0
6	X40 Z-55	X0 Z-20

8. Programació

La majoria de màquines per CN per a màquines eina es programen segons la norma internacional ISO. En el cas del torn EMCO SINUMERIK 820T s'utilitza la programació de CN per a màquines eina segons la DIN 66025.

8.1 Estructura del programa

El programa de CN està format per una seqüència de blocs de programa que s'emmagatzema a la unitat de control. En mecanitzar peces de treball, l'ordinador llegeix i comprova aquests blocs segons la seqüència programada.

8.2 Components d'un programa

El programa és format per una successió de blocs, que poden contenir els caràcters següents, acompanyats d'un valor amb signe:

- % - número de programa principal (d'1 a 9999)
- L - número de subrutina (d'1 a 9999)
- N - número de bloc (d'1 a 9999)
- G - funcions preparatòries (G01, G02, etc.)
- M - funció auxiliar
- A - angle
- B - radi (signe positiu), xamfrà (signe negatiu)
- D - correcció de l'eina (d'1 a 49)
- F - avançament, temporització
- I, K - paràmetres cercle, pas de rosca
- P - nombre de passades de la subrutina, factor de mesura/escala
- R - paràmetres de cicles
- S - velocitat de tall
- T - número d'eina (posició de la torreta revòlver)
- X, Z - dades de posició (X també temporització)
- LF - fi de bloc

A l'hora de programar un bloc cal mantenir un ordre. És el següent:

1. Número de bloc
2. Funcions preparatòries (comandaments G)
3. Cotes dels eixos
4. Avançament
5. Velocitat del capçal
6. Número d'eina
7. Funcions auxiliars (comandaments M)

8.3 Subrutines

Les funcions que s'han de repetir moltes vegades poden programar-se com a subrutines.

Per tant, les subrutines són una part del programa que, un cop identificada, pot ser requerida des de qualsevol bloc d'un programa per executar-la.

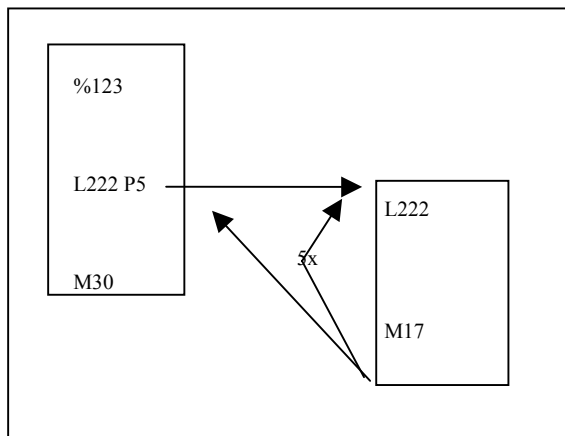
Les subrutines no poden denominar-se mai des de L90 a L100, ja que aquests punts estan reservats per a cicles de mecanització.

Les subrutines poden ser executades des d'un cicle de treball (per exemple L95, L96). També en la realització de qualsevol programa es pot cridar una subrutina de perfilatge, cilindratge o escairament, etc.

Per cridar una subrutina en el programa cal escriure:

N100 L123 P1 LF

- N100 - És el número del bloc
- L - Ens indica que es tracta d'una subrutina
- 123 - És el número de la subrutina
- P1 - Nombre de passades de la subrutina (màxim 99)
- LF - *Line feed*; ha d'aparèixer al final de cada línia



8.3 Descripció dels comandaments

G00 Avançament ràpid

Format

N.... G00 X.... Z....

Els carros es desplacen a la velocitat màxima al punt final programat (posició de canvi de l'eina, punt inicial següent mecanitzat). Quan s'executa G00 se suprimeix l'avanç programat F.

Exemple

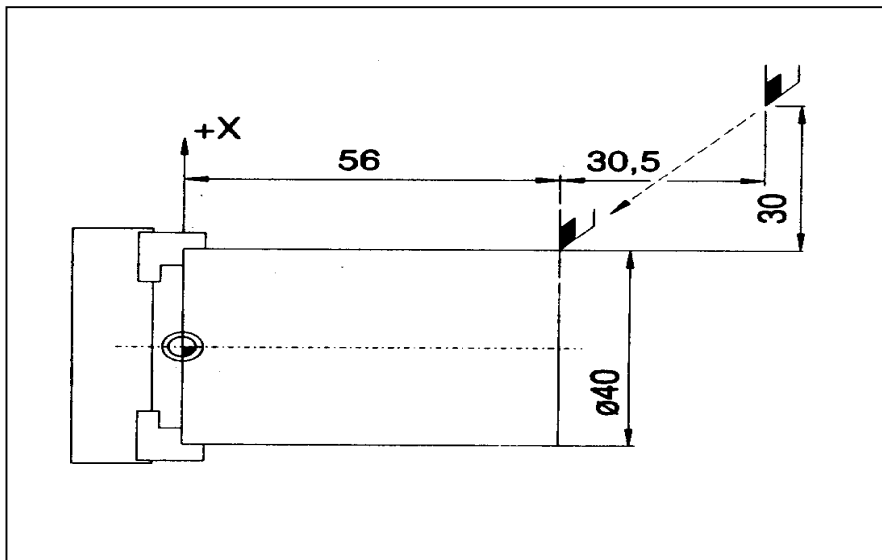
G90 absolut

```
N50 G00 X40 Z56
```

G91 incremental

```
N50 G00 X-30 Z-30.5
```

Mesures absolutes i incrementals



G01 Interpolació lineal

Format

```
N.... G01 X... Z.... F....
```

Moviment recte (escairament, tornejament longitudinal, tornejament cònic) amb velocitat programada d'avançament en mm/rev.

Exemple

G90 absolut

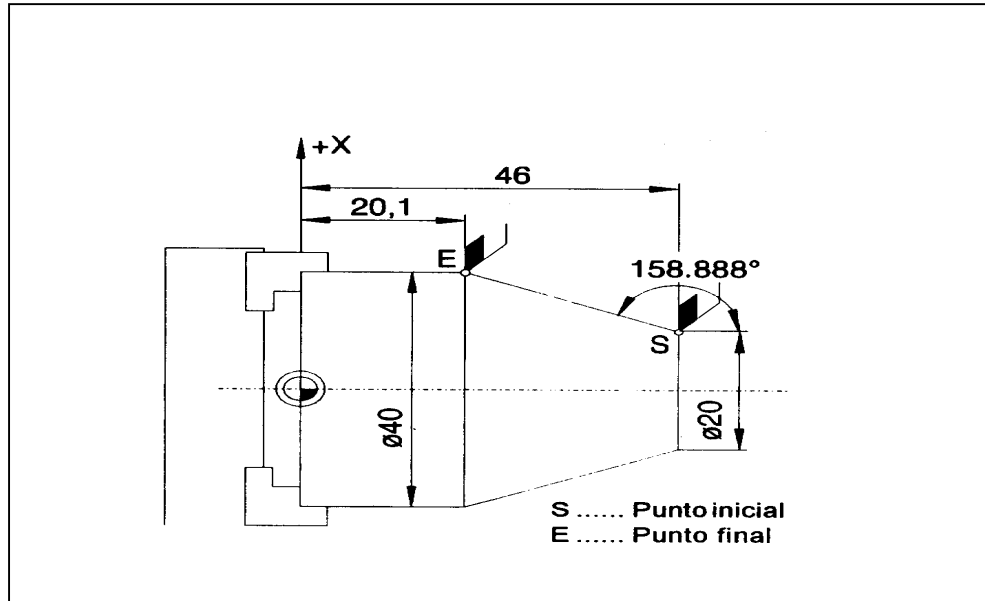
```
....  
N20 G01 X40 Z20.1 F0.1
```

O

```
N20 G01 X40 A158.888 F0.1
```

G91 incremental

```
....  
N20 G01 X10 Z-25.9 F0.1
```



G02 Interpolació circular a dretes

G03 Interpolació circular a esquerres

Format

N.... G02/G03 X.... Z.... I.... K.... F....

O

N.... G02/G03 X.... Z.... B.... F....

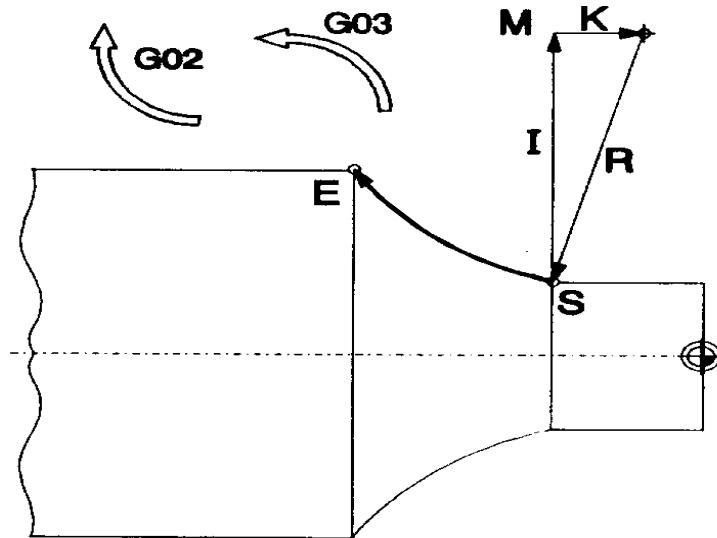
X, Z punt final de l'arc (absolut o incremental)

I, K paràmetres incrementals de cercle (distància des del punt inicial fins al centre de l'arc; I està en relació amb l'eix X, i K, amb l'eix Z)

B radi de l'arc (arc més petit que un semicercle en +B, més gran que un semicercle en -B). Pot introduir-se en lloc dels paràmetres I, K.

L'eina es desplaçarà al punt final al llarg de l'arc definit amb l'avançament programat en F.

En el cas de I o K amb valor 0, el paràmetre no s'ha d'introduir. Es comprovarà la posició del punt final del cercle; es permet una tolerància de 100 µm (errors de càlcul i arrodoniment).



G04 Temporització

Format

N.... G04 X/F [seg]

El moviment de l'eina s'atura durant un temps definit per X o F (a l'última posició assolida).

Exemple

N75 G04 X2.5 (temporització =2,5 s)

G09 Parada exacta

Format

N.... G09

El següent bloc s'executarà un cop hagi acabat el bloc amb G09 i els carros estiguin aturats en repòs. Les arestes no s'arrodoniran i s'aconseguiran transicions precises.

