

Cultura **cnc** / **cad** / **cam**

versió 30-05-2011a

CFGS Programació de la producció en fabricació mecànica

- Mòdul 3 Programació de màquines CNC per a fabricació mecànica
 - Unitat formativa 2 Preparació de màquines CNC
- Mòdul 4 Fabricació assistida per ordinador
 - Unitat formativa 1 CAD/CAM

apunts

versió / beta

Definició de control numèric

Diccionari del taller mecànic. Varis autors. Llar del Llibre.

Control numèric. Sistema de comandament automàtic o semiautomàtic de màquines o grup de màquines, en que les operacions són determinades bàsicament per informacions numèriques.

Cronològica històrica del control numèric

Control numèric I, Conceptes, Característiques i Elements Bàsics. Joan Vivancos. UPC

Manual CN/CNC Hans B. Kief. Ed Gran Duc.

Departament enginyeria mecànica Universitat Tecnologia Nacional La Plata (Argentina).

MetalUnivers, informe sobre CNC 10-1999.

Electro-erosión Albert Camprubí, ed Marcombo.

Segle XIX (inícis). Els primers antecedents del control numèric es troben en les màquines tèxtils de Joseph M. Jacquard en els quals les dades s'introdueixen en plaques foradades de llautó, possibilitant l'execució de dibuixos de gran complexitat.

Segle XIX (mitjans). Es patenta la pianola, la qual funciona amb cintes de paper perforades. Tant en els telers com a les pianoles, per la manera d'introduir-hi la informació, es consideren els antecedents del control numèric.

1942. Per primer cop es fan servir ordres numèriques per comunicar dades a una màquina-eina. Succeeix als Estats Units. La companyia Bendix Corporation desenvolupa una màquina per executar una leva tridimensional per al regulador de la bomba d'injecció del motor d'un avió, la qual era pràcticament impossible de realitzar-se en una màquina convencional. A partir d'aquesta data es construeixen -sempre als Estats Units- diverses màquines-eina, majoritàriament fresadores, comandades mitjançant sistemes numèrics, en els quals, usualment, les informacions eren donades mitjançant targetes perforades. És important saber que, en un principi, no pretenia realitzar moltes peces en poc temps, es volia poder executar peces que en les màquines convencionals resultaven molt difícils i/o impossibles de poder-se realitzar.

1947. Sistema Digiton La Parsons Corporation, de John Parsons, empresa fabricant d'hèlix per a helicòpters, desenvolupa un aparell que permet fabricar les complexes geometries de les hèlix. Les coordenades s'introdueixen mitjançant targetes perforades. Aquest sistema substitueix amb èxit un laboriós i complicat sistema de plantilles utilitzat fins llavors a l'empresa.

1949. L'exèrcit de l'aire necessita cada cop més peces quasi impossibles de mecanitzar de manera tradicional. A més, també demanda canvis freqüents en el disseny. Per aquest motiu encarrega a John Parsons que investigui profundament sobre el sistema que havia ideat poc temps abans. Per a que les investigacions fossin ràpides la força aèria dels Estats Units i el MIT (Massachusetts Institute of Technology) col·laboren en la recerca, tot centrant els esforços en poder controlar la màquina mitjançant un ordinador.

1953. Control numèric. El Massachusetts Institute of Technology defineix -per primer cop- amb les paraules "control numèric" el sistema de funcionament d'una fresadora Cincinnati de tres eixos. Aquesta fresadora tenia interpolació lineal en 3D. L'entrada de les dades es feia amb una targeta perforada i s'utilitzava tecnologia electrònica de vàlvules de buit.

1956. L'exèrcit de l'aire dels EE.UU. Encarrega 170 màquines de control numèric als fabricants Giddings & Lewis; Cincinnati Milling Machine Company y Kearney & Trecker.

Dècada dels 50 (mitjans i final). Es comencen a popularitzar les màquines de CN, sobretot per a realitzar operacions complexes, tot i que també es pren consciència de les seves possibilitats per a fer sèries, amb els estalvis de temps i la bona precisió que comporta el seu ús.

1960. Proves pilot de control adaptiu, realitzades pel Massachusetts Institute of Technology. Pretenen poder ajustar les condicions de treball de la màquina. És també aquest mateix any quan l'electrònica dels transistors comença a substituir les vàlvules de buit en el control numèric.

1965, Fira de Brussel·les, Bèlgica. es presenten a Europa les primeres màquines de control numèric.

1968. DNC Direct Numerical Control. (Control numèric directe). En aquest any apareix la primera màquina en que les dades s'introdueixen en un ordinador, el qual pot estar, o no, integrat en la pròpia màquina eina.

Dècada dels 70. CNC Computer Numerical Control. (Control numèric computeritzat). A inicis dels anys 70 surt al mercat la innovació per la qual en el control numèric les informacions numèriques són entrades i analitzades mitjançant un ordinador. Així, per exemple, si introduïm variables que no són vàlides en el context, com que l'ordinador analitza la informació, ens adverteix que hi ha una errada. També sorgeixen els ajuts a la programació, programació gràfica...

Inicis de la dècada dels 90. DNC Distributed Numerical Control (control numèric distribuït). Les sigles de DNC han canviat de concepte, per passar a definir un conjunt, on hi ha una distribució de funcions entre diferents màquines de CNC i el/els ordinador/s. Un cop s'envia el programa a l'ordinador o conjunt d'ordinadors, són aquests els que interaccionen amb les diferents màquines, de manera que el propi ordinador és qui, en funció de diferents variables, llença l'ordre de fabricació a alguna de les diferents màquines amb les quals és connectat. També pot succeir que una part de la fabricació de la peça es faci en una màquina i una altra part en una altra.

Final dels 90. CNA Control Numèric Adaptiu. Tot i que les primeres proves daten dels anys 60, de manera comercial, les màquines CNA les trobem a finals dels anys 90. Sistemes que s'autoajusten diversos dels paràmetres les màquines segons de les condicions detectades durant el treball. Exemples de paràmetres que poden ser tinguts en compte:

- a) Desgast de l'eina: quan l'eina té un cert desgast es canvia automàticament
- b) Control del desplaçament de l'eina fins a trobar material: quan no tenim una ordre G00, és a dir quan tenim una determinada velocitat de treball deguda -bàsicament- a G01 G02 G03, si la màquina no troba material, augmenta l'avanç F fins a un 200%
- c) Control adaptiu de l'avanç: es determina l'avanç F en funció del material que troba.

Nota: per a utilitzar en el control numèric adaptiu les aplicacions esmentades, cal que cadascuna de les eines hagi estat prèviament provada en condicions de treball normals. Es valoren les velocitats de tall i d'avanç, profunditat de passada, material de la peça i refrigerant i/o lubricant, de manera que el CNA conegui els consums (amperatges) dels motors de cadascun dels eixos i del capçal. A partir de diferències de consum, detecta i calcula els anteriors paràmetres.

apunts
versió beta

Elements relacionats amb CNC (ordinadors, software, màquines, conjunts industrials...)

Referent als ordinadors i el programari relacionat amb cnc

PC Personal Computer. Ordinador domèstic. Màquina automàtica que accepta la informació que hom li subministra segons una forma preestablerta, la tracta d'acord amb un conjunt d'instruccions, escrites en un llenguatge adient i enregistrades en una memòria, i en dóna els resultats, també segons una forma preestablerta, normalment en forma de dades.

PLC o API Programmable Logic Controllers, Autòmats Programables Industrials. Ordinador industrial, molt semblant a un PC però més robust (aguanta condicions adverses, com ara camps electromagnètics, temperatures extremes, pols, humitat...) i dissenyat per a realitzar una aplicació concreta en una màquina. Usualment, les dades, subministrades comunament per sensors que envien senyals elèctrics al PLC, un cop processades i donats els seus resultats, també freqüentment en forma de senyals, permeten el control automàtic d'una màquina o procés.

CAD Computer Aided Design. Dibuix assistit per ordinador. En són exemple de programes de creació de dibuixos tècnics per ordinador, els coneguts Autocad, Catia, Solidworks, Mechanical desktop, Visual Cad, TurboCad, OrCad, Microstation...

CAM Computer Aided Manufacturing. Fabricació assistida per ordinador. Programes informàtics que ajuden i/o realitzen en gran mesura la producció. Generalment, en l'actualitat, els programes de CAM, a més, són programes de CAD, anomenant-se genèricament software de CAD-CAM. Alguns dels programes són: Mastercam, Solidcam, Surfcam, Parametric Technology, Surfware, Cimatron, Delcam, Metacut, fikus...

CAE Computer Aided Engineering. Enginyeria assistida per ordinador. Conjunt d'eines informàtiques que permet analitzar i simular el comportament d'un producte dissenyat. S'analitza un disseny i se simula el seu funcionament, per a veure les capacitats i els punts dèbils. En aquest programari cal indicar quins són els diferents materials i, a partir d'ells el conjunt se sotmet no només a moviments, sinó també a esforços. L'objectiu final és modificar el disseny fins que aquest s'adeqüi als requeriments, per no haver de fer un gran nombre de peces prototipus. Per portar a terme aquesta avaluació teòrica es fa servir l'anàlisi d'elements finits (FEA, finite element analysis)

CAPP Computer Aided Process Planning (enginyeria assistida per ordinador) Sistema expert que captura les capacitats d'una fàbrica en concret, amb la finalitat de crear un pla per a manufacturar una peça o inclús un producte prèviament dissenyat. El capp crea la seqüència d'operacions a realitzar, les eines, paràmetres de les màquines (velocitat de tall, avanç...)

Referent als conjunts industrials

CÈL·LULA. Conjunt de màquines i/o persones que formen una unitat, funcionant amb autonomia, en un procés. Una cèl·lula és, per ex, en una empresa, tot el que conforma la part comercial. Des del punt de vista més proper a la fabricació mecànica, una cèl·lula és, en un procés de fabricació, tot el que hi ha en la línia de fabricació de per ex. un motor, un motlle... si és que la fabricació d'aquest producte es realitza amb independència d'altres processos.

TRÀNSFERS. Sistema de fabricació en cadena. Estacions de treball compostes, normalment, de diferents màquines que poden estar situades unes al costat de les altres, o també unes davant de les altres o inclús una a sobre d'una altra. Aquestes màquines estan relacionades les unes amb les altres per un camí o transportador de peces, on aquestes hi van fixades. Les peces es van movent i parant sincronitzades en relació a tot el trànsfer, de manera que en certs punts les diferents màquines realitzen determinades operacions a aquestes peces. Aquests trànsfers solen estar molt automatitzats i s'hi solen trobar combinades diferents tecnologies (pneumàtica, hidràulica, electricitat, electrònica, PLC, control numèric, robots...) Sovint aquest trànsfers realitzen tot el procés de mecanització d'un únic tipus de peces. són rendibles quan volem fer sèries molt grans.

Transferència. Acció d'engendrar, en un sistema, un senyal de sortida a partir d'un senyal d'entrada.

Sistema de fabricació en cadena perfecta, en la qual les peces passen automàticament de la màquina que acaba de fer una operació a la següent, la qual les reté el temps necessari per a efectuar l'operació corresponent i les passa immediatament i automàticament a la que la segueix després d'efectuar-la.

Màquina de transferència. Cadascuna de les màquines emprades en el sistema de fabricació en cadena anomenat transferència. En els transfers hi ha diverses estacions de procés, on es realitzen les diferents operacions.

Amb les definicions donades anteriorment podem deduir que un trànsfer que realitzi autònomament tot un procés pot ser definit com una cèl·lula. En canvi una cèl·lula on el procés no es realitzi exclusivament amb màquines i que aquestes estiguin relacionades per un camí o transportador no el podem considerar com a trànsfer.

CÈL·LULA FLEXIBLE / TRÀNSFER FLEXIBLE. Es diferencia de les anteriors dues definicions per l'aspecte de la flexibilitat, a més de ser un conjunt independent de màquines i/o persones (cèl·lula) o només màquines (trànsfer) que formen una unitat en un procés de fabricació, hi ha una flexibilitat en la producció, podent-se, per exemple, introduir comandes de noves peces en mig d'un procés de fabricació o bé fabricar en una mateixa sèrie, productes diferents. Exemples:

a) Podria ser que, els muntatges d'aquests cotxes, es planifiquessin de setmana en setmana, de manera que (per exemple el dilluns) estiguessin decidits els cotxes que s'han de fabricar per a tota la setmana. Doncs malgrat aquesta planificació, una de les versatilitats de la cèl·lula flexible és que es poden introduir reprogramaments de la planificació quasi bé a temps real, de manera que si en mig del procés de fabricació dels cotxes programats s'introdueix la fabricació d'un model no estipulat per ex. un Ibiza Cupra, aquest cotxe es pot arribar a fabricar pràcticament en el mateix moment de llençar l'ordre de fabricació, entremig de muntatge dels cotxes previstos inicialment.

b) Imaginem una cèl·lula flexible que munti/fabriqui cotxes. de la marca Seat. En aquesta cèl·lula flexible ens podem trobar que s'estigui muntant un Ibiza de gasolina, al seu darrere es munti un Córdoba de gasolina de quatre portes, a continuació un Ibiza de gasoil etc.

CIM (Computer Integrated Manufacturing) (Fabricació integrada per ordinador) Integració de totes les funcions i els elements del sistema productiu mitjançant l'ajut de l'ordinador: gestió, administració, compres, vendes, marketing, magatzems, enginyeria de producte, enginyeria de procés, fabricació, control de qualitat, enviament del producte, etc.

Concepte de localització d'una posició en diferents màquines

- PLC sabem la posició on es troba el procés per uns finals de cursa o sensors de posició.
- Robots, nosaltres fixem una o varies posicions que sempre seran les mateixes, les quals són controlades, normalment, pels propis motors elèctrics.
- CNC, hi ha un canvi de posició constant, la qual es verificada i controlada contínuament, a temps real, per uns captadors de posició que acostumen a ser de tipus regla lineal o alguns en forma de disc, dels quals n'hi ha de diverses construccions i principis físics.

Diferències entre fresadora i centre de mecanitzat

FRESADORA: màquina-eina convencional o de control numèric, que permet obtenir peces amb una gran diversitat de formes, com per ex les corbades, angles, ranures, engranatges... L'eina de tall, la fresa, pot desplaçar-se com a mínim en tres posicions, la longitudinal, la horitzontal i la vertical (eixos X-Y-Z), a més, en alguns casos, pot rotar. En les fresadores convencionals, a cada moment, l'operari decideix, a peu de

màquina, els paràmetres i condicions de treball. En les fresadores de CNC, el programa introduït és qui executa la realització de la figura a realitzar, com també les condicions de treball. El canvi d'eines, en tots els casos, (també en el CNC) es realitza manualment.

CENTRE DE MECANITZACIÓ: Màquina-eina de control numèric, dotada de magatzem d'eines i de canviador automàtic d'eines, disposada per a fer un elevat nombre d'operacions diferents a una mateixa peça. Els primers centres de mecanitzat es fabricaren a la dècada dels 70.

Nota: Si mirem informació tècnica observarem que quan fan referència a una fresadora de CNC els catàlegs dels fabricants les anomenen centre de mecanitzat, ja que solen disposar de canviadors automàtics d'eines. En canvi, els torns de CNC, que usualment també disposen de canviadors automàtics d'eines, i per tant també haurien d'anomenar-se centres de mecanitzat, els fabricants solen referir-se a ells com a torn de CNC. Nota: A cops es pot trobar que els anomenen centres de tornejat.

<http://www.maquinser.com/novedades/news.aspx> Fotografies de centres de mecanitzat

http://www.emco.at/produkte_uebersicht.php?changelang=en Fotografies de torns fresadores, centres de tornejat i centres de fresat

apunts
versió beta

Sobre la màquina

Sobre el procés a l'empresa

	Màquina convencional	Màquina amb control numèric	Centre de mecanitzat	Empresa amb entorn productiu convencional	Cèl·lula de fabricació amb centres de mecanitzat	Trànsfer amb centres de mecanitzat	Cèl·lula fabricació flexible amb centres de mecanitzat	CIM amb centres de mecanitzat
Introduir la comanda automàticament a l'empresa	no	no	no	no	no	no	no	si
Introduir la comanda automàticament a la màquina	no	si	si	no	si	si	si	si
Intervenció humana	total	molta	poca	total	poca	molt poca	poca	quasi nul·la
Decidir el moment òptim per a fabricar	manual	manual	manual	manual	manual	manual	possible	automàtic
Transportar una peça	manual	manual	manual	manual	automàtic	automàtic	automàtic	automàtic
Carregar i fixar la peça	manual	manual	manual	manual	automàtic	automàtic	automàtic	automàtic
Subjectar la peça directament a màquina	usual	usual	usual	si	usual, però a la baixa	no	usual, però a la baixa	poc freqüent
Subjectar de la peça en un palet	possible	possible	possible	no	possible i a l'alça	si	possible i a l'alça	sovint
Buscar i muntar l'eina	manual	manual	automàtic	manual	automàtic	automàtic	automàtic	automàtic
Canviar velocitats i avanços	manual	automàtic	automàtic	manual	automàtic	automàtic	automàtic	automàtic
Mecanitzar	manual	automàtic	automàtic	manual	automàtic	automàtic	automàtic	automàtic
Fer una seqüència d'eines i peces	manual	manual	automàtic	manual	automàtic	automàtic	automàtic	automàtic
Introduir canvis enmig del procés productiu	no	no	no	no	no	no	si	si
Descarregar la peça	manual	manual	manual		sovint automàtic	automàtic	sovint automàtic	automàtic
Gestió automàtica de la comanda un cop realitzada la fabricació	no	no	no	no	no	no	no	si

Quadre comparatiu de les possibilitats de diferents tipus de màquines i dels processos a les empreses.

Característiques del control numèric

Quan és rendible utilitzar màquines amb cnc?

Normalment en producció de sèries que van de les 5 a les 1000 peces. Les sèries més petites de cinc peces solen ser més rendibles fabricades amb màquines convencionals i les sèries de més de mil peces normalment és preferible realitzar-les amb màquines especials dissenyades per fer una funció en concret o bé en trànsfers.

Tot i això, sovint, en determinades feines i/o especialitats, com ara la matriceria i/o els motlles resulta rendible en produccions de només una sola peça.

També és convenient saber que, cada cop més, altres tipus de màquines que permeten grans produccions de desenes de milers de peces (com per exemple torns de decoletatge) incorporen el cnc en detriment d'altres tipus de controls i comandaments.

Estudis fets revelen que en un taller convencional del temps que està una peça en una fresadora només un 30% del temps es mecanitza la peça i el 70% restant és "gasta" en operacions no productives (temps morts, mesuraments, ajustatges, canvis d'eines, reglatges...). En el control numèric aquestes proporcions varien enormement, Es degut a que les operacions no productives disminueixen enormement.

22 dels avantatges del cnc

- Molta precisió.
- Les màquines de CNC no s'equivoquen.
- Reducció del temps de les operacions (roscat, escairat, mandrinat...).
- Eliminació de temps morts (les mesures que prenen els operaris, els avanços ràpids molt més ràpids i exactes, no cal consultar plànols...).
- Reducció del temps de canvis d'eines.
- Reducció del temps del reglatge de les eines (amb sistemes que autocorreen dimensions i desgast de les eines).
- Facilitat en canviar la producció (ara faig una peça, ara una altra de diferent).
- Possibilitat de servir comandes urgents.
- Possibilitat de simular processos de tall abans de mecanitzar, la qual cosa repercuteix en disminució de colisions, peces defectuoses i augmenta la possibilitat d'optimitzar el procés real.
- Sovint és possible augmentar la duresa de les condicions de treball.
- Possibilitat de mecanitzar peces amb molta complexitat (hi ha peces impossibles de fabricar sense cnc).
- Gran uniformitat de les diferents peces d'una mateixa sèrie.
- Major duració de les eines degut a una optimització total de les velocitats.
- Poques peces defectuoses i, conseqüentment, reducció dels temps d'inspecció.
- Les màquines treballen soles, sense necessitat de supervisió a peu de cada màquina (un operari controla diverses màquines).
- Major seguretat i salut laboral al no intervenir els operaris (ex: ferritja que surt molt calenta, taladrina i gasos tòxics...).
- No s'ha de tenir en compte la fatiga de l'operari (ja que pràcticament ho intervé en el procés de mecanització).
- Menor nombre de treballadors a l'empresa.
- Menys capital immobilitzat a l'haver-hi menys productes a mig fabricar.
- Temps de lliurament dels productes fabricats més curt que en altres procediments.
- Abaratiment del preu de les peces fabricades, respecte a les fetes per sistemes tradicionals.
- Facilitat d'incorporar les modernes filosofies de fabricació i d'empresa (just-in time, gestió de qualitat...).

8 dels inconvenients del cnc

- Maquinària de preu més elevat que les que no són de CN
- Eines sovint més cares que les utilitzades en màquines convencionals.

- Acostuma a ser necessari disposar d'un banc de prereglatge de les eines.
- Manteniment més tècnic, més acurat i més car.
- Abans de mecanitzar cal una fase de programació de la peça, amb el que suposa de temps i sovint també d'equips (cad/cam).
- Necessitat de mantenir constantment grans volums de feina per amortitzar el sistema (hem de preveure que tindrem feina durant molt de temps).
- Necessitat de mantenir la màquina de cnc funcionant les 24h per amortitzar el sistema.
- Els operaris "normals" no estan capacitats per fer-les anar. Requereix uns certs coneixements tecnològics i matemàtics i de dibuix diferents als habituals.

Coneixements i habilitats necessaris per fer servir control numèric

Quan a la premsa apareix un anunci en el qual una empresa demana un especialista en CNC, la selecció de la persona més escaient seria la que tingués les següents capacitats:

- Coneixements de matemàtiques, en especials de geometria, àlgebra i trigonometria.
- Coneixement dels diferents sistemes de subjecció d'eines i de peces.
- Coneixements de metrologia i acabats superficials. Saber utilitzar els aparells d'aquestes especialitats.
- Saber interpretar plànols i, millor encara, saber-los fer (a mà i en cad).
- Coneixements sobre els diferents processos de fabricació i així poder escollir el més idoni en cada cas.
- Coneixements sobre programació CNC
- Coneixements sobre l'entorn i cultura del CNC (història, tipus de màquines, electricitat, electrònica, estar al dia dels nous avenços...)
- Coneixements d'informàtica personal, informàtica industrial i de comunicacions (software i hardware).
- Coneixements sobre paràmetres i condicions de treball i tall de les diferents màquina-eina.
- Coneixements sobre les eines de tall (els seus disseny, els angles, catàlegs de fabricants, saber escollir la més adequada a cada moment.

Diferents màquines que incorporen control numèric

Torns; fresadores; màquines de foradar; mandrinadores (màquines molt robustes i sòlides, exemptes de vibracions que poden efectuar operacions molt semblants a les que realitzen fresadores i torns, especialment pel que fa a mecanitzar interiors de les peces= mandrinar); puntejadores (màquines que fixen amb molta precisió diferents punts, enllaçats entre si); màquines d'electroerosió; rectificadores; centres de mecanitzat; transportadores de peces; talladores; plegadores; premses; màquines de soldar; corbadores de tubs; màquines d'oxitall (tall per bufador); tall per làser, tall per aigua, pantògraf (gravadores) ...

apunts

versió beta

Els diferents mètodes de programar una màquina de CNC.

Programació manual mitjançant blocs iso/din 66025

- Tipus de programació amb moltes característiques de matemàtiques geomètriques (la que es refereix a magnituds) i aritmètiques (la que es refereix a nombres).
- El programador ha de conèixer totes les funcions i característiques del llenguatge. Va creant el programa, línia a línia, de manera que la geometria de la figura queda implícitament (perfectament) reflectida en el programa.
- És un tipus de programació llarg, amb moltes ordres, tot i això és relativament fàcil de realitzar, malgrat que per a peces complicades són necessàries moltes hores -degut a la longitud que pren el programa-.
- Va ser el primer mètode de programació modern.
- Per a intentar simplificar-lo una mica, fent-lo força més curt, s'hi van introduir els cicles. Consisteixen -bàsicament- en simplificar un procés repetitiu, de manera que sempre que hi ha un moviment que es repeteix ex: roscat, buidat, foradat... els diferents moviments es concentren en una única sentència.
- S'ha estat utilitzant molt durant molts anys, per la qual cosa aquest tipus de programació és troba força estès, tot i que actualment es troba en declivi, degut a l'aparició de la programació conversacional i la programació mitjançant Cad-Cam.
- Tots els controls numèrics admeten programació iso/din 66025
- Aquest tipus de programació s'utilitza des dels anys 60 del segle XX

Programació paramètrica

- Tipus de programació amb olor de matemàtica algebraica. (Àlgebra: branca de les matemàtiques que utilitza lletres per a representar relacions aritmètiques. Les seves operacions fonamentals són la suma, la resta, la multiplicació i la divisió. S'utilitza per a resoldre equacions, fent servir símbols en comptes de números específics i operacions aritmètiques per a determinar com s'utilitzen aquests símbols).
- Cal que el programador també conegui les diverses funcions i característiques del llenguatge. Es crea el programa, línia a línia, però amb una filosofia diferent.
- Es tracta de donar diverses variables al programa, de forma que la geometria de la peça no queda reflectida en cotes concretes sinó en paràmetres. Un cop s'han assolit aquests paràmetres per part de la màquina, la figura queda realitzada.
- Si observem un programa realitzat amb paràmetres observarem que la geometria de la figura s'hi troba reflectida de manera poc explícita (expressada sense massa claredat), ja que no hi ha cotes concretes que ens donin pistes per a poder veure quina és la figura.
- És el tipus de programació més curt de tots, però cal un bon nivell d'abstracció matemàtica, amb una molt bona capacitat intel·lectual.
- Aquesta filosofia de programació es va intentar posar de moda a partir de la introducció d'ordinadors amb capacitat com per a resoldre equacions matemàtiques. Tot i que en un principi podria semblar que es tracta d'un llenguatge amb moltes possibilitats, no s'ha traduït a la pràctica, degut a la seva dificultat. Cal exceptuar les empreses amb molts recursos, on hi havia persones especialistes en aquest tipus de programació.
- La majoria de controls numèrics admeten programació paramètrica.
- Aquest tipus de programació s'utilitza des dels anys 70 del segle XX

Programació conversacional / programació orientada al taller (wop workstation oriented programming)

- En aquest mode, per a fer la majoria de les operacions estàndard (fer un contorn regular, una caixa, un cicle de foradat...) No fa falta saber les ordres de CNC. Sabent les cotes de la figura n'hi ha prou.
- El programa pregunta a l'operari el que vol fer i li dona diferents opcions per a triar. Per ex. Triem fer una caixa. A partir d'aquest punt ens preguntarà si la volem circular, quadrada, rectangular... Un cop contestada la pregunta ens dirà que introduïm l'alçada, l'amplada i la profunditat. Tot seguit ens preguntarà quin tipus d'eina volem fer servir. I ens anirà fent preguntes fins que el programa tingui totes les dades que li facin falta.
- Nosaltres, al facilitar les dades estem donant dades de la peça i no dades de trajectòries d'eines
- El suport que permet la introducció de les dades és a base de menús i dibuixos, no mitjançant blocs.

- En aquest llenguatge no cal tenir coneixements de CNC, ja que és el control, a partir de les dades que hem introduït, qui crea el programa. Per tant no cal saber les ordres ni les funcions.
- Si visualitzem el programa veurem que s'assembla a un de realitzat "a la manera tradicional" amb cicles.
- Amb aquesta filosofia de programació es pot posar a l'abast de personal poc especialista una màquina de CNC.
- Només alguns controls numèrics admeten programació conversacional.
- Des de fa molts anys que existeixen llenguatges amb tendència conversacional, com ara el Heidenhain, però no ha estat fins a mitjans dels anys 90, amb la introducció de potents ordinadors i noves filosofies de programació (per ex: finestres tipus windows, programació orientada a objectes) que aquest sistema s'ha popularitzat al taller.

CAD-CAM

- Si volem utilitzar aquest mètode, a més de la màquina de CNC ens cal un ordinador i un programa de CAD-CAM.
- És un mètode de programació independent del control de CNC que tinguem.
- Consisteix en fer el dibuix a l'ordinador (cad) de la peça que volem realitzar. Per a fer-lo és convenient tenir en compte que es fa un dibuix pensant en que posteriorment una màquina l'ha de fer. Això vol dir que -sovint- cal anar dibuixant la figura tot pensant que és l'eina la que està seguint un perfil concret. Per tant -en funció de la "intuïció" del programa- no podem dibuixar una part de la peça, després una altra i acabar ajuntant-les totes. Es convenient, per tant, anar seguint el perfil de la peça.
- El programador no ha de conèixer el llenguatge de CNC.
- Un cop s'ha fet el dibuix, cal passar-lo a llenguatge de CNC. Perquè això sigui possible cal un post-processat concret per a cada llenguatge (Fagor, Heidenhain, Siemens, Fanuc, Fidia Centurion, Emco...) el qual s'ha de comprar a part del programa de cad-cam.
- Programant en cad-cam, podem tenir al taller màquines amb diferents llenguatges de cnc sense que haguem de saber els diferents tipus de llenguatge de programació.
- El postprocessat acostuma a fer un programa molt llarg, fins hi tot molt més llarg que un programa realitzat manualment, ja que aquest postprocessat no acostuma a introduir en el programa cicles de mecanitzat ni altres ordres que el fan més petit. Sovint, al programa de cnc resultant només s'hi troben les ordres G0 G1 G2 i G3, a part, es clar, de les ordres referents a les eines i a les condicions de treball. Tot i això alguns sistemes cad-cam si que introdueixen cicles.
- Si el cad-cam no introdueix cicles, degut a la gran extensió del programa de cnc, costa poder llegir un programa realitzat amb aquest sistema.
- Amb aquesta filosofia de programació es pot posar a l'abast de personal poc especialista una màquina de CNC.
- És un tipus de programació que ha entrat en força als anys 90 i que actualment està molt introduït.
- Com que és un mètode de programació independent del sistema de control numèric podem implementar-lo a qualsevol màquina de cnc, sempre hi quan el fabricant del cad-cam tingui un post-processat que correspongui al nostre llenguatge de programació

Replay o play-back

- L'operari realitza manualment una peça. Mentre fa els moviments, aquests es graven en el CNC, de forma que es genera un programa que després la màquina repetirà.
- És un tipus de programació que ja es trobava en controls numèrics dels anys 80 del segle XX però que no ha tingut massa èxit, donat que els moviments que fa un operari no estan optimitzats (hi ha pèrdua de temps entre una operació i una altra, sobretot pel que fa als moviments sense mecanitzar).

Determinació de la situació dels eixos en les màquines de CNC

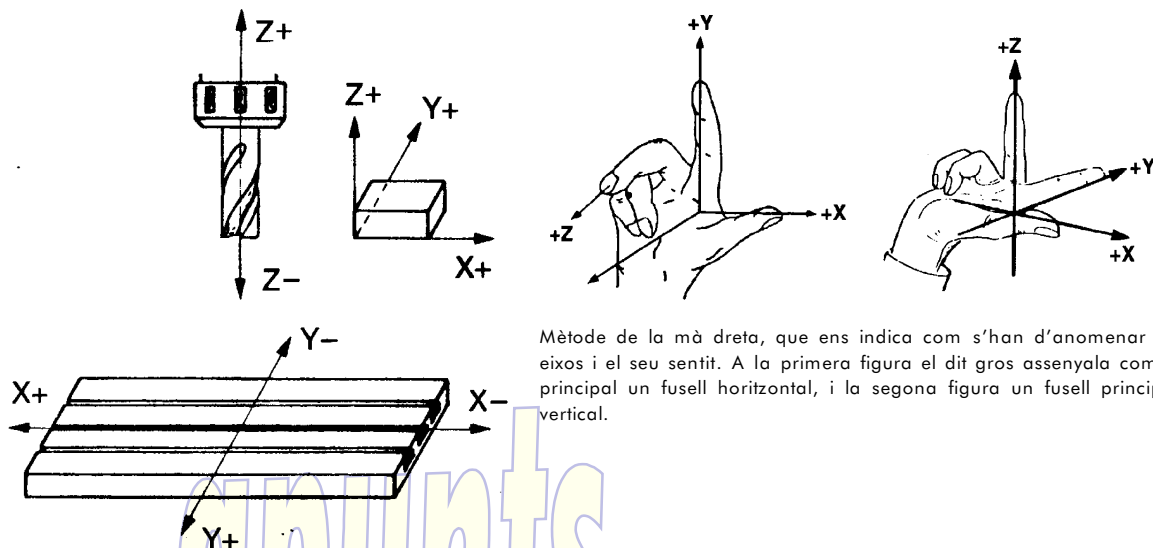
Per a determinar quina lletra correspon a cada eix, en primer lloc començarem definint quin és l'eix Z. **Es considerarà eix Z l'eix principal de la màquina.** Aquest eix és el fusell (fusell = husillo en espanyol). És considera que el fusell és l'element de la màquina que actua com a eix giratori principal (*Diccionari del Taller Mecànic*). En cas que no hi hagués un fusell, es consideraria com a eix Z l'eix perpendicular a la superfície de subjecció amb la peça.

En els torns, l'eix Z és l'eix del capçal, en les fresas és l'eix on hi ha la fresa. En torns i rectificadores el fusell principal aguanta la peça, en fresadores i màquines de foradar el que aguanta l'eix Z és l'eina.

Una vegada hem definit la direcció de l'eix Z cal determinar quin és el sentit positiu i quin el negatiu d'aquest eix. Considerarem **positiu el sentit que incrementi la distància entre la peça i l'eina que la mecanitza.** Un altre mètode consisteix en pensar que el sentit positiu és aquell pel qual, utilitzant el mètode de la regla dels tres dits de la mà dreta, el dit del mig de la mà dreta, estant aquesta mà situada en el lloc de la peça, assenyalava quin és el sentit de retirada del fusell respecte a la mencionada mà.

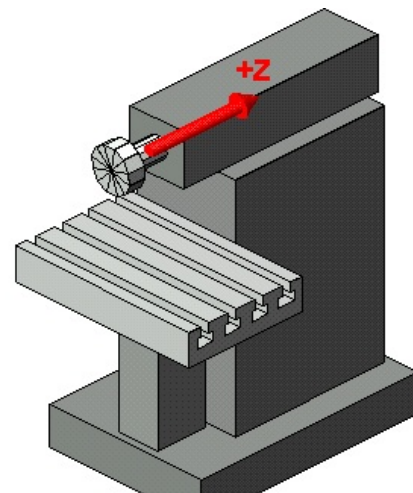
Un cop definit l'eix Z, utilitzant el mètode de la mà dreta, obtindrem la direcció i sentit dels altres vectors.

Els eixos que proporcionen un desplaçament lineal són X, Y, Z - U, V, W - P, Q, R. Els eixos giratoris s'anomenen A-B-C, els quals és relacionen amb X-Y-Z. També és important observar, es veu clarament en el dibuix, el paral·lelisme que hi ha entre els diversos grups d'eixos.

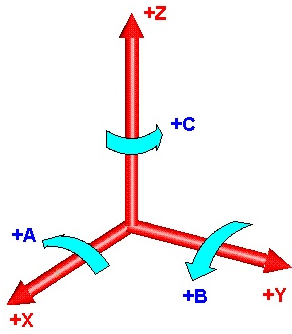


Mètode de la mà dreta, que ens indica com s'han d'anomenar els eixos i el seu sentit. A la primera figura el dit gros assenyalava com a principal un fusell horitzontal, i la segona figura un fusell principal vertical.

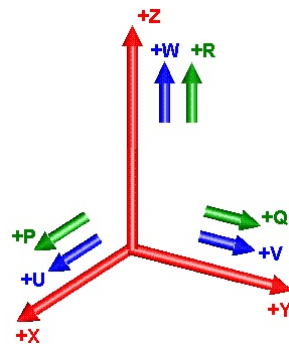
Cal tenir molt en compte, quan parlem dels sentits dels eixos, si ens referim a la peça o bé a la superfície on aquesta s'hi fixa. En aquest darrer cas, els eixos, prendran com a sentit negatiu el sentit que consideràvem positiu per a la peça, tal com es pot veure al dibuix.



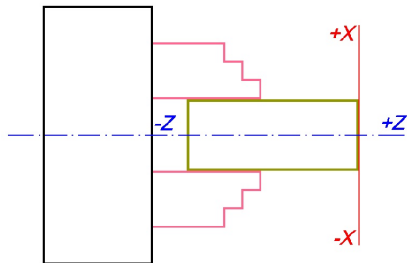
Posició de l'eix Z en el cas particular d'una fresadora horitzontal



Eixos rotatoris. El criteri que fixa el sentit positiu diu que l'observador se situarà en el punt 0,0,0, mirant la part positiva de l'eix i considerarà positiu el gir en el sentit horari.



Eixos secundaris i terciaris



apunts

versió beta

Classificació, segons el nombre d'eixos, de màquines CNC

(Control numèric I, Conceptes, Característiques i Elements Bàsics. Joan Vivancos. UPC)

Eixos síncrons i asíncrons

EIXOS SÍNCRONS S'anomenen amb aquest nom els eixos que s'interpolen de manera coordinada i conjunta. Normalment, els eixos principals en el CNC són síncrons.

EIXOS ASÍNCRONS S'anomenen amb aquest nom els eixos que no s'interpolen de manera coordinada i conjunta. És el cas de CNC antics o, modernament d'eixos no principals, com ara eixos que carreguen i descarreguen eines en un magatzem d'eines, que es desplacen en funció de paràmetres diferents als continguts en el programa que fa la peça en CNC.

Nombre d'eixos

DE DOS EIXOS. La màquina disposa de dos eixos, generalment sincronitzats. Un d'ells és el Z. Hi ha un desplaçament continuat en un pla. Ex: torn (normalment només té dos eixos, X-Z)

DE DOS EIXOS I MIG. Són màquines amb tres eixos. Un d'ells (usualment el del capçal de l'eina) pot ser comandat, però no sincronitzat amb els altres dos. En aquestes màquines, normalment fresadores o centres de mecanitzat econòmics, només hi ha moviments sincronitzats en un pla (exemple: pla X-Y) mentre que l'altre eix (normalment Z) podem controlar les seves RPM però mai sincronitzar-lo amb els altres. Si volem un canvi de posició en l'eix Z, aturem el moviment dels eixos X Y i modifiquem el valor de Z i, un cop canviat, tornem a reinicialitzar els moviments de X Y.

Exemple de programació: N70 G01 X25 Y80
 N80 G01 Z15

Però NO podem programar: N70 G01 X25 Y80 Z15
 N70 G01 X12 Z67

DE DOS EIXOS COMMUTABLES. Són màquines que usualment tenen tres eixos, però simultàniament només se'n poden sincronitzar dos. Pot ser qualsevol combinació (XY) o (XZ) o (YZ) però sempre dos, mai els tres. És el cas de fresadores / centres de mecanitzat de preu reduït.

Exemple de programació: N70 G01 X25 Y80
 N80 G01 X40 Z15
 N90 G01 Y17 Z75

Però NO podem programar: N70 G01 X25 Y80 Z15

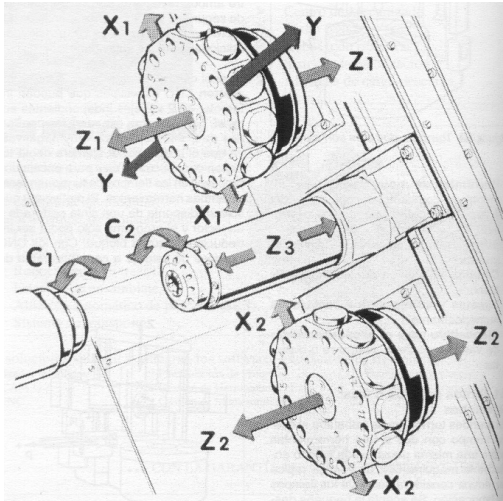
DE TRES EIXOS. Podem mecanitzar en l'espai, amb els tres eixos sincronitzats. És el cas de les fresadores / centres de mecanitzat amb força prestacions.

Exemple de programació: N70 G01 X25 Y80 Z15

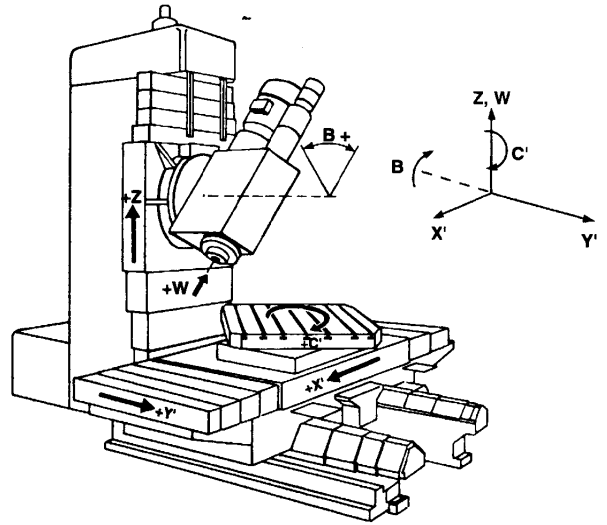
(Nota: En l'exemple anterior hi ha programats conjuntament els tres eixos, però en podem programar un, dos o els tres eixos, en una mateixa línia de programa).

DE QUATRE, CINCO O SIS EIXOS. A part de poder moure els eixos X Y Z hi ha màquines de CNC que tenen altres eixos. Normalment es tracta d'eixos giratoris /rotatoris/angulars respecte els ja anomenats X Y Z . són A B C.

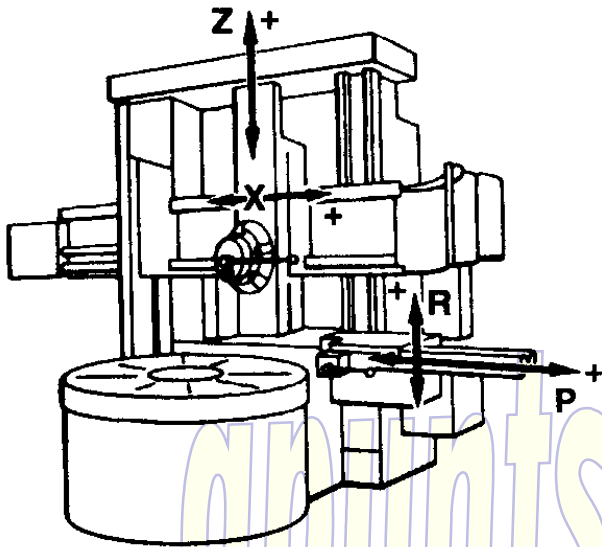
MÉS DE SIS EIXOS ("normalment" fins a catorze). Podem trobar eixos secundaris paral·lels a X Y Z anomenats U V W. Fins hi tot, en casos especials, es troben eixos terciaris paral·lels als anteriors, en aquest cas s'anomenen P Q R. Un altre cas especial resulta de rotar alguns dels eixos U V W o bé P Q R. En aquest supòsit anomenarem D al primer i E al segon eix.



En aquest centre de tornejat es poden apreciar vuit eixos. Destaca el fet que tingui dos capçals revòlver i que en un d'ells hi hagi un eix Y



En aquesta fresadora es poden apreciar sis eixos



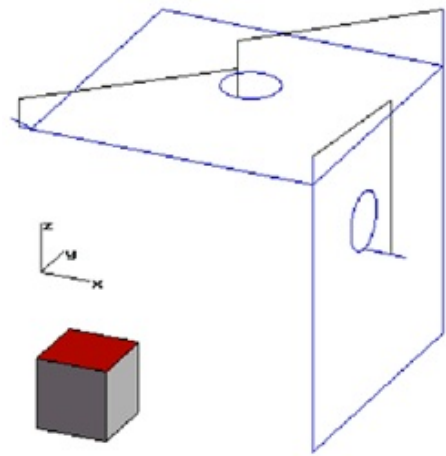
Torn vertical amb dues torretes independents, i per tant necessàriament quatre eixos. Es tracta de torns que han de tornejat peces molt grans o peces que requereixen molt de temps. En aquest cas, la important disminució de temps, justifica que les velocitats de tall no puguin adequar-se a la perfecció, degut a diàmetres diferents.

versions
 versió beta

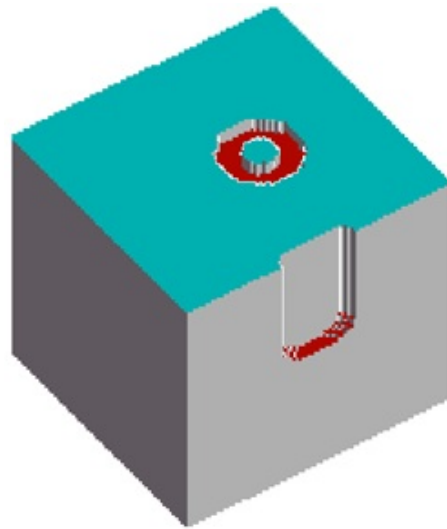
Limitacions d'una fresadora i/o un centre de mecanitzat

En les fresadores i/o centres de mecanitzat no podem fer peces amb certs cantells vius interiors; forats cecs de secció no circular; dentats i perfils rectes o helicoidals sense sortida d'eina, leves frontals imbricades (disposició semblant a les teules en una teulada) radis interiors, -i alguns exteriors- més petits que el radi de les freses que tenim ...).

Exemple de com quedaria una peça si intentéssim fer-la (que no es pot realitzar) en un centre de mecanitzat "normal" (els de tres eixos) ja que l'eix on hi ha posada la fresa no pot girar per a mecanitzar el forat de la cara X Z (cara vertical).



Geometria que volem aconseguir

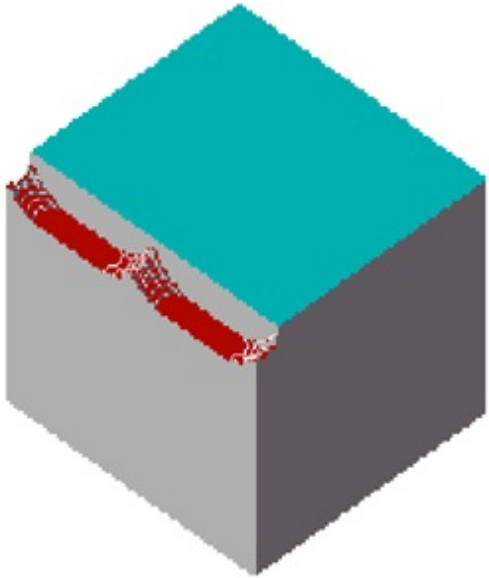


Mecanitzat que acaba sortint

Mecanitzat que suposadament faria la geometria del dibuix:

```
N10 G00 G90 G17 X-5 Y-5 Z0 F400 S9000 T1.1 M03
N20 G01 X0 Y0 Z-5
N30 Y100
N40 X100
N50 Y0
N60 X-5
N70 G00 Z5
N80 X50 Y50
N90 G01 Z-10
N100 G02 X50 Y50 I0 J10
N120 G00 Z15
N130 X100 Y100
N150 G01 G19 Z5
N155 Z-100
N160 Y0
N170 Z5
N180 G00 X105 Y50
N190 Z-50
N200 G01 X95
N210 G02 G19 Y50 Z-50 J0 K10 F100
N220 G01 X110
N230 M30
```

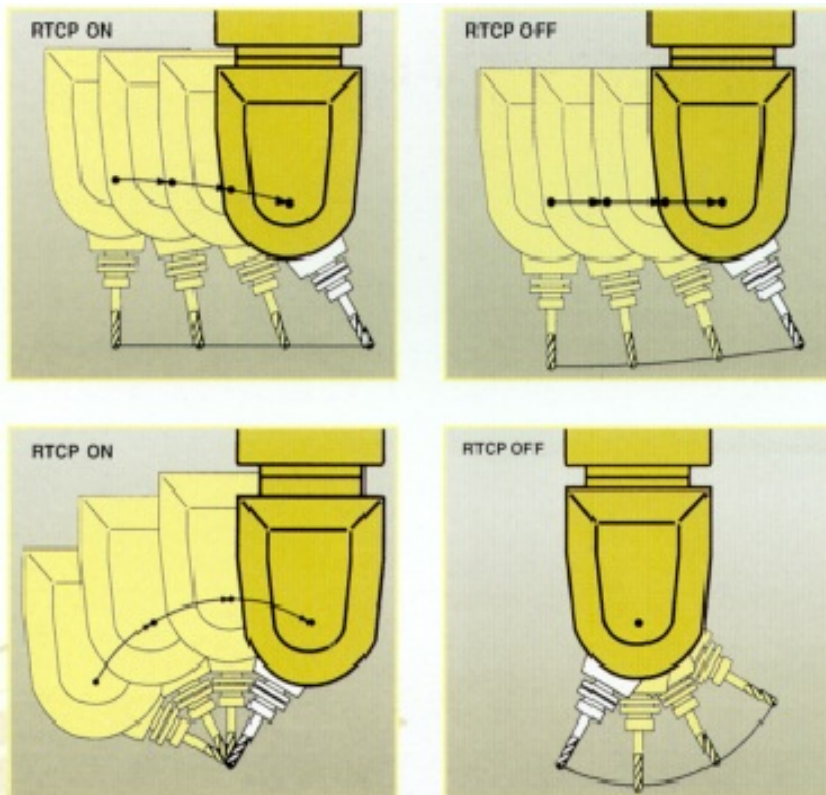
apunts
versió beta



Aquest incorrecte mecanitzat seria el resultat de fer-lo si el que pretenem fer és un arc de circumferència en el pla X-Z amb una màquina de tres eixos



Per fer aquestes peces cal un capçal com aquest



Per fer aquestes peces cal un capçal amb prestacions com les d'aquesta seqüència

versio beta

Posicions / punts a tenir en compte, en els centres de mecanitzat.

Mirar pàg 267 del llibre Manual CN/CNC hans B. Kief. Ed Gran Duc.

M ZERO MÀQUINA.

Punt determinat arbitràriament pel fabricant i que no es pot modificar.

En aquest punt els diferents eixos prenen valor de zero (X0 Y0 Z0).

Ens podem trobar que aquest punt estigui situat en un lloc fora de l'abast dels moviments de la màquina, i per tant sigui un punt on el capçal i/o l'eina no hi puguem accedir.

En el supòsit que aquesta localització en l'espai sigui un punt accessible, en els centres de mecanitzat l'acostumarem a trobar en un vèrtex de la taula de treball, usualment al darrere i a la part superior, tant pot ser a la dreta com al centre com a l'esquerre. En el cas que no es mogui el capçal, que el moviment el faci la taula, aquesta es mourà cap endavant i cap a la part més inferior. Seguint aquest criteri per definir la posició del zero màquina, es facilita poder posar les peces a la taula.

Sempre que sigui possible accedir-hi, haurem d'anar al zero màquina al posar-la en funcionament. Aquesta afirmació condicional, passa a ser afirmació imperativa quan el sistema de mesura (encoders) és de tipus incremental, en canvi quan els encoders són de tipus absolut no és imprescindible, ja que la màquina sap on es troba. En el tipus incremental, cada cop que s'apaga la màquina es perd la referència de posicionament. Cal dir que, normalment, la majoria de màquines utilitzen encoders incrementals, fins hi tot les d'altres prestacions (Lluc Castellano, treballador de l'empresa distribuïdora del Centurion VI). Com que és necessari/obligatori anar al punt zero màquina, per protecció, hi ha màquines que deixen d'oferir algunes o totes les prestacions fins que no anem a aquest punt.

Sovint, en el desplaçament cap al zero màquina, la trajectòria no es pot programar, el recorregut està establert, i si no posicionem el zero màquina no podem començar ni continuar treballant. Llavors, què passa si estem mecanitzant l'interior d'una peça i cau el subministrament elèctric?

Hi ha, a moltes màquines, la possibilitat, que només s'ha d'utilitzar en cas d'emergència, de dir-li origen aquí (ex: pàg 5-4 llibre Centurion VI). Llavors la màquina creu que sap on és el zero màquina (en el punt que li hem indicat) i podem desplaçar-la en un lloc fora de perill i, en aquesta situació, podem anar al veritable zero màquina.

Quan s'arriba al punt zero màquina se sincronitza el sistema de mesura.

És normal trobar una tecla que només polsar-la porta el capçal de la màquina a aquest punt.

En els tornos, el punt zero màquina acostuma a trobar-se en el sistema de subjecció (plat, pinça...)

R PUNT DE REFERÈNCIA O PUNT ORIGEN MÀQUINA.

És el punt físic (hi ha micros que el determinen), o punts (en màquines especialment grans, poden haver-hi varis punts de referència), determinat arbitràriament pel fabricant, que sempre ha de poder ser accessible per la màquina.

Quan hi arriba es sincronitza el sistema de mesura.

En aquest punt, la posició serà la que resulti de sumar o restar la seva distància respecte al zero màquina.

Els fabricants intenten que sigui un punt molt accessible, de manera que hi puguem anar fins hi tot havent-hi peces col·locades a la màquina.

És convenient anar-hi si no podem desplaçar-nos al zero màquina per la raó que sigui, com ho poden ser: en el cas de molts tornos -i també altres màquines-, que el fabricant situa el zero màquina fora de l'abast; perquè hi ha una peça posada a la taula que no permet poder accedir al zero màquina; perquè el

desplaçament al zero màquina comportaria una despesa de temps elevada (en el cas de màquines molt grans o molt lentes); perquè hem posat un dispositiu (ex: plat divisor) que impedeix arribar al zero màquina al posar la màquina en funcionament.

Nota: En determinats casos el punt M (zero màquina) i el punt R (Punt de referència o punt origen màquina) poden ser el mateix punt o bé pot ser molt difícil diferenciar-los.

N PUNT DE REFERÈNCIA EN LA SUBJECCIÓ D'UNA EINA I/O PORTA-EINES EN EL CAPÇAL O EN LA TORRETA PORTA-EINES.

A partir d'aquest punt buscarem la longitud "H" de l'eina i li posarem la correcció en la taula de correctors.

P PUNT ZERO PROGRAMA.

Punt, que escollim arbitràriament, (sovint utilitzant el criteri de màxima simplicitat) en la peça o fora d'ella, a partir del qual considerem el punt X0 Y0 Z0 del programa de CNC.

Per facilitar les tasques de programació, quan es fa el plànol, és convenient acotar-lo tenint en compte on, més endavant, situarem el zero peça. D'aquesta manera serà més fàcil fer la programació.

W (WORK) O ZERO PEÇA.

Punt de la peça escollit arbitràriament, (sovint utilitzant el criteri de màxima simplicitat) el qual el considerem el punt X0 Y0 Z0 de la peça, a partir del qual fem tots els càlculs de dimensions i longituds de la peça.

Nota: En determinats casos el punt P (zero programa) i el punt W (Punt work o zero peça) poden ser el mateix punt.

Atenció, cada cop que engeguem la màquina es perd el zero peça i el zero programa.

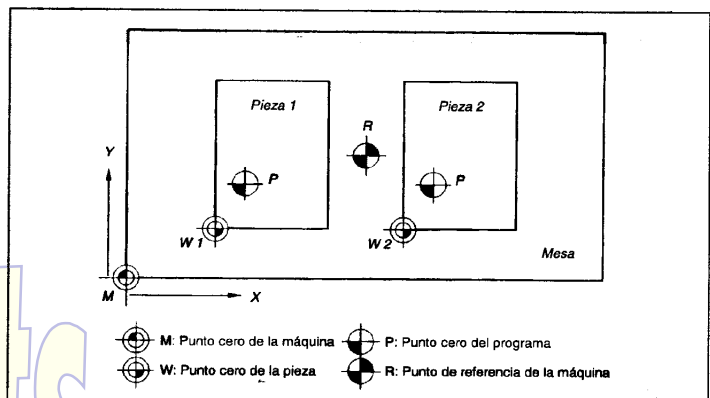
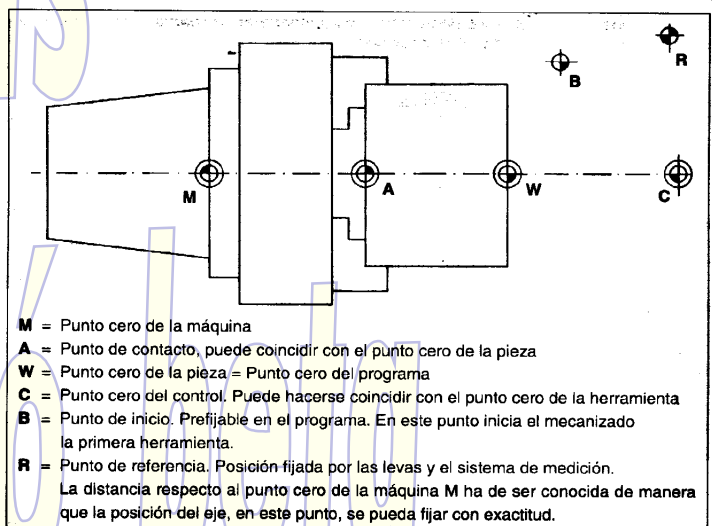
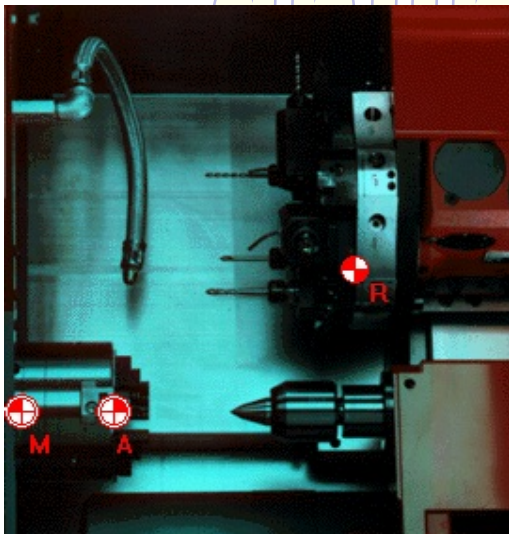


Figura 8. Puntos cero y puntos de referencia en taladradoras y fresadoras.



És convenient que quan es faci un dibuix pensant que després el plànol ha de servir per a el·laborar un programa de cnc l'acotació del dibuix tingui en consideració on se situarà el zero peça i el zero programa

apunts

versió beta