

The background features a dark grey gear on the left side, partially overlapping a light grey rounded rectangular area. This area is framed by a dashed white border. To the right of this area, the background consists of three horizontal stripes: a yellow stripe at the top, a red stripe in the middle, and another yellow stripe at the bottom. The text "Curs recapitulativ" is centered within the light grey area.

Curs recapitulativ

Curs 14

- **Obiective**
- **Controlul numeric cu calculatorul**
- **Mașini CNC**
- **Coordonate CNC și compensări**
- **Programul piesă și coduri**
- **Operații de frezare și strunjire**
- **Cicluri de frezare și strunjire**
- **Sisteme CAD-CAM**
- **Concluzii**

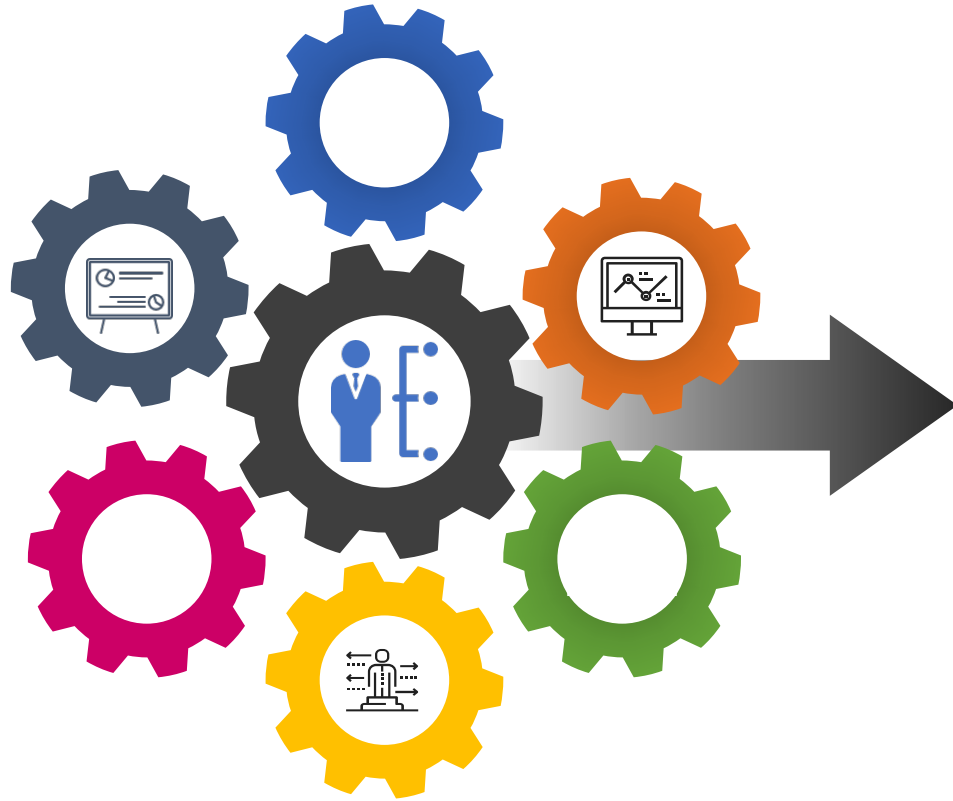


CONȚINUT



OBJECTIVE

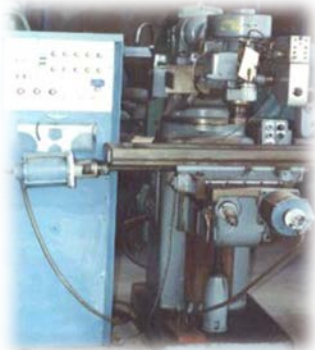
OBIECTIVE



- Reamintirea principiilor de funcționare a mașinilor cu comandă numerică
- Revizuirea modului de programare a mașinilor cu comandă numerică
- Evidențierea particularităților de programare a frezelor și strungurilor CNC
- Evidențierea particularităților mașinilor CNC neconvenționale

Fabricația clasică

- ❑ Bazată pe procese **fixe**
- ❑ **Greu de adaptat** la variații ale producției
- ❑ Folosește **echipamente dedicate**
- ❑ **Costuri mari** pentru loturi mici
- ❑ Calculatorul este **rar** folosit



11 February 2017

Fabricația modernă

- ❑ Bazată pe procese **reconfigurabile**
- ❑ **Ușor de adaptat** la variații ale producției
- ❑ Folosește **echipamente versatile**
- ❑ **Costuri reduse** pentru loturi mici
- ❑ Calculatorul devine **indispensabil**



5

CONTROLUL NUMERIC CU CALCULATORUL

CNC

CNC (eng. Computer Numerical Control)

A apărut odată cu scăderea drastică a prețului microprocesoarelor.

Azi termenul de control numeric se referă aproape exclusiv la controlul numeric cu calculatorul.

Unitatea de control a mașinii (UCM) citește și execută instrucțiunile de prelucrare codificate în programul piesă.

Mașinile CNC pot memora sute de programe pe medii de stocare uzuale azi.

Posedă interfețe utilizator prietenoase.

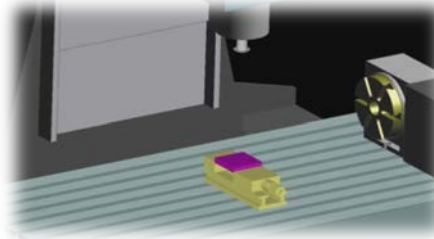




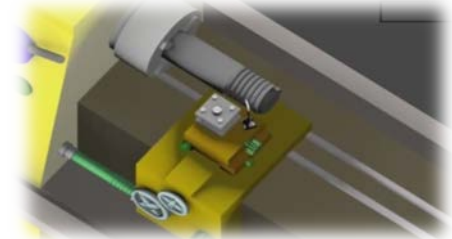
MAŞINI CNC

TIPURI DE MAȘINI CNC

- Freză (a)
- Strung (b)
- Polizor
- Mașină de ștanțat (c)
- Mașină de sudat (d)
- Sisteme robot
- Mașini de debitat cu laser (e)
- Mașini de testare automată
- Trenuri de laminare
- Stații electronice de asamblare
- altele



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

FREZA CNC - VARIANTE CONSTRUCTIVE

a. **Freza verticală** are arborele poziționat deasupra piesei.



b. **Freza orizontală** are arborele poziționat într-o parte și paralel cu podeaua.



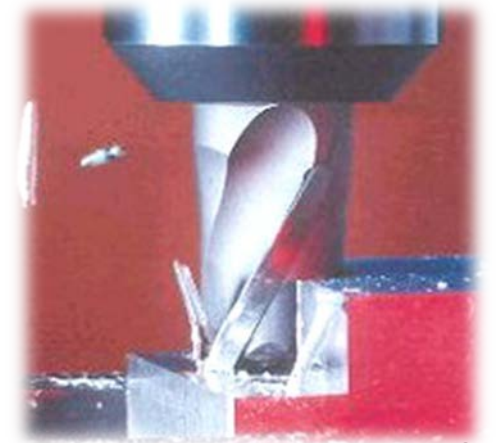
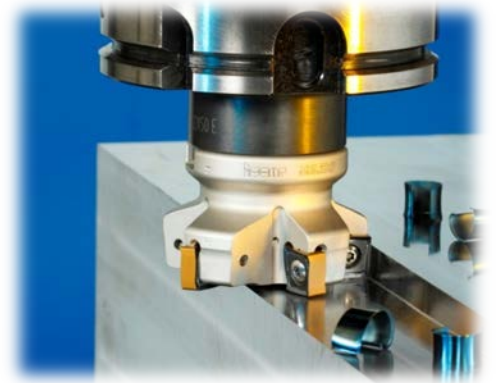
FREZA CNC - SCULE FOLOSITE

Tipuri generale de scule aşchietoare pentru frezare:

- ❑ **Freza frontală** reprezintă o freză plană cu dinții înconjurând scula.
- ❑ **Freza deget** este o freză mai subțire și mai înaltă cu muchiile aşchietoare înfășurate pe fețele laterale ale sculei.

Un avantaj al frezei frontale este că suprafața mare de la baza ei îndepărtează materialul de pe piesa prelucrată mai repede.

În cazul frezei deget, atât baza cât și fețele laterale ale frezei sunt utilizate la îndepărtarea materialului.



STRUNGUL CNC - VARIANTE CONSTRUCTIVE

- ❑ Strungul orizontal:
 - cu fixarea piesei în universal
 - cu prelucrare din bare lungi
- ❑ Strung vertical



STRUNG CNC - SCULE FOLOSITE

Stick tooling montează sculele într-un cap revolver indexabil. Este cel mai des întâlnit.

Tapered shank tooling este similar cu cel folosit la freze și poate fi de asemenea montat în capul revolver.

Quick-change tooling implică scule standardizate care pot fi rapid montate și demontate.

Gang-type tooling implică unelte de tip “băț” montate direct pe dispozitivul port sculă, care nu este indexabil.

În unele cazuri, strungurile pot avea un sistem de schimbare automată a sculei, care folosește de obicei scule de tip “tapered shank tool”.

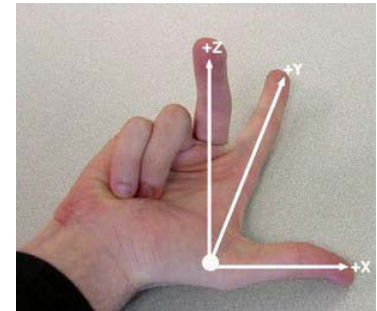
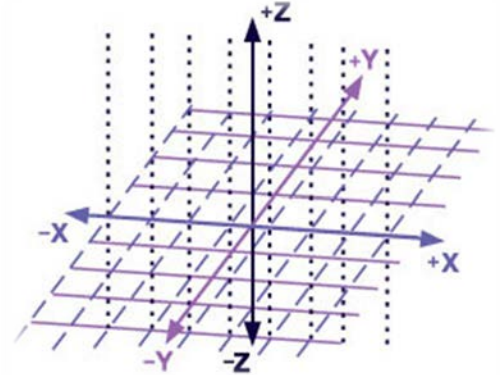
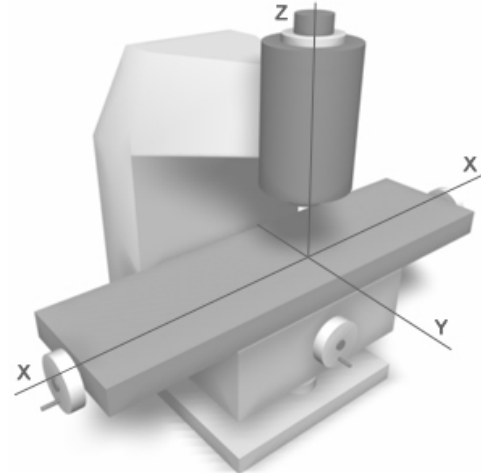




**COORDONATE
CNC**


COORDONATE CNC – SISTEMUL CARTEZIAN

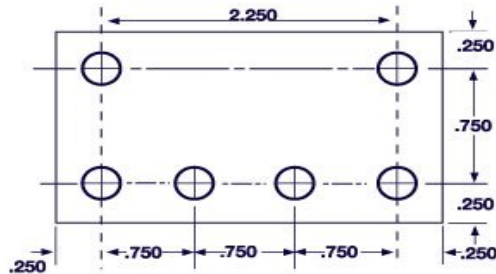
- ❑ Sistemul cartezian definește locația unui punct singular într-un spațiu tridimensional, relativ la trei axe.
- ❑ Axa Z- trece întotdeauna de-a lungul componentei mașinii care se rotește:
 - la freză -> scula de așchiere,
 - la strung -> piesa
- ❑ Folosind regula mâinii drepte se pot stabili axele unei mașini CNC.




Regula mâinii drepte

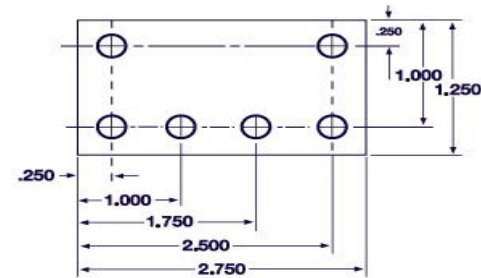
INCREMENTALE

- ❑ O nouă poziție este calculată relativ la poziția curentă.
 - ❑ Poziția curentă are de fiecare dată rolul originii pentru poziția următoare.
-  O eroare de poziționare se poate propaga de la o poziție la alta.



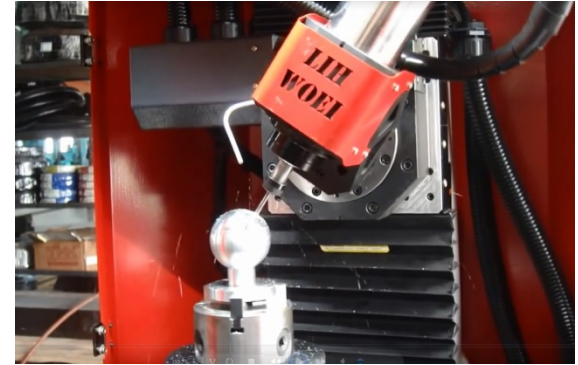
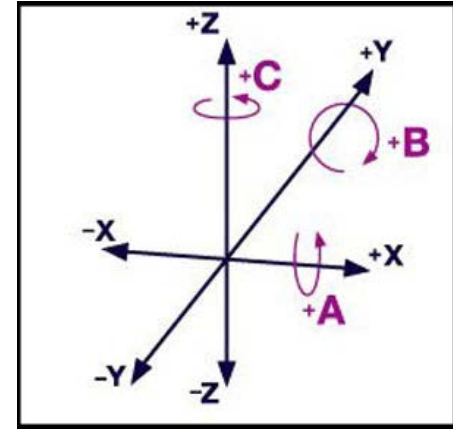
ABSOLUTE


- ❑ Fiecare nouă poziție este calculată relativ la originea și nu la poziția curentă.
 - ❑ Originea este întotdeauna într-o poziție fixă.
-  O eroare de poziționare nu se propagă de la o poziție la alta.



COORDONATE CNC – AXE

- ❑ Axele unei mașini CNC pot fi:
 - de translație (X-,Y-,Z-)
 - de rotație (A, B, C).
- ❑ Sensul pozitiv al axelor de translație este dat de vârful degetelor în cazul folosirii regulii mâinii drepte.
- ❑ Sensul pozitiv de rotație în jurul fiecărei axe, este dat de regula burghiului drept.
- ❑ Prezența axelor de rotație permite prelucrări mai complexe, în timp mai scurt.





**PUNCTUL DE
ZERO**

PUNCTUL DE ZERO

Punctul zero poate fi definit pentru piesă sau pentru mașină.

ZERO MAȘINĂ

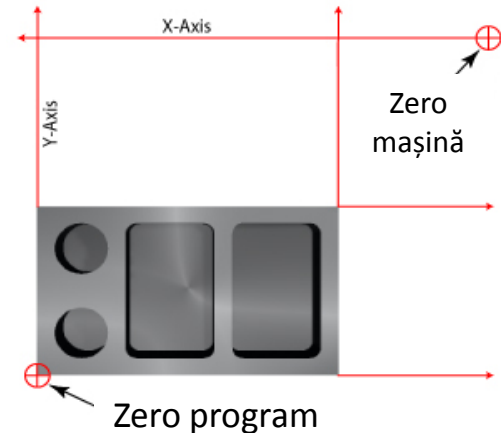
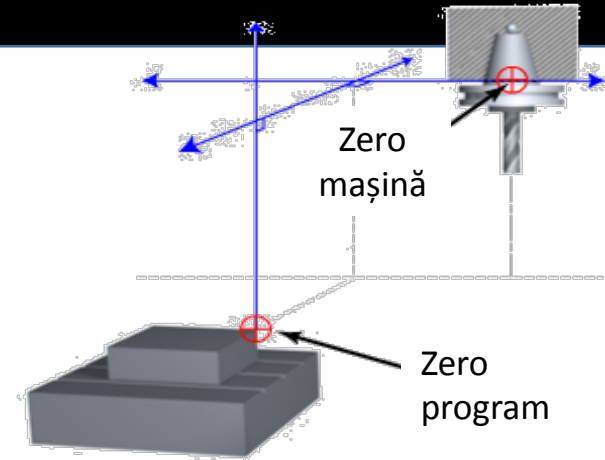
- Este punctul de origine a axelor mașinii.
- Este stabilit de către producătorul mașinii și nu poate fi schimbat.
- Toate pozițiile în care se găsesc la un moment dat elementele mobile ale mașinii sunt definite relativ la punctul zero mașină.

ZERO PIESĂ (PROGRAM)

- Este punctul de origine al piesei.
- Se stabilește de către programator în acord cu desenul de execuție.
- Dacă se lucrează în coordonate absolute toate pozițiile prin care trece scula de așchiere vor fi definite relativ la punctul zero piesă.
- Dacă se lucrează în coordonate relative (incrementale) prima poziție prin care trece scula de așchiere va fi definită relativ la punctul zero piesă.

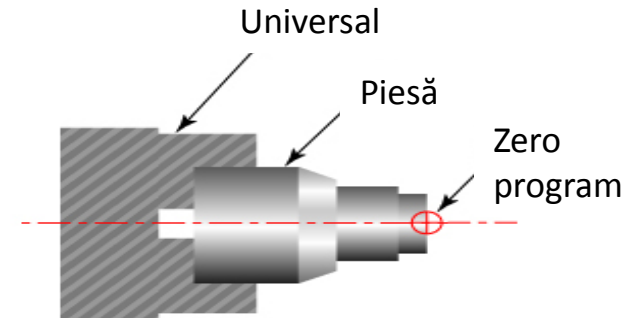
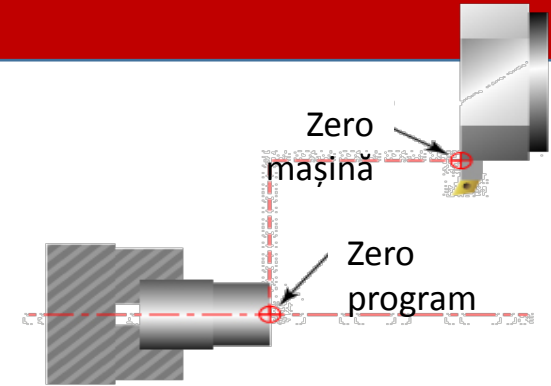
PUNCTUL DE ZERO - FREZĂ

- ❑ Fiecare centru de frezare CNC are o origine mașină încorporată, care are rolul de origine pentru toate coordonatele mașinii (zero mașină).
- ❑ Punctul de zero al mașinii este, este uzual localizată în cel mai îndepărtat punct al cursei după sensul pozitiv al celor trei axe.
- ❑ Fiecare piesă necesită propriul punct de zero al programului.



PUNCTUL DE ZERO - STRUNG

- ❑ Fiecare centru de strunjire CNC are o origine mașină încorporată, care are rolul de origine pentru toate coordonatele mașinii (zero mașină).
- ❑ Punctul de zero al mașinii este, în general, localizat în cel mai îndepărtat punct relativ la arbore, de-a lungul axelor X și Z.
- ❑ Înainte ca operatorul să ruleze pentru prima dată un program, trebuie să seteze punctul de zero al programului.



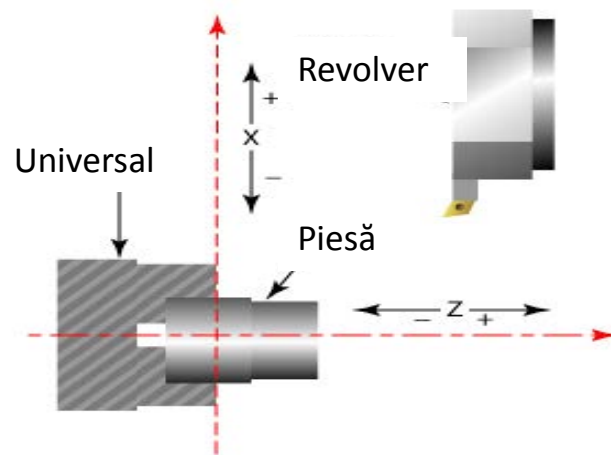
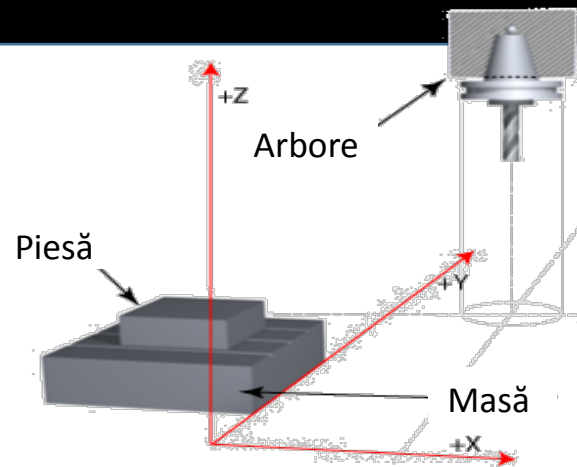


COMPENSĂRI

COMPENSĂRI - SCOP

Compensările au rolul de a asigura obținerea dimensiunilor corecte ale piesei prelucrate.

- ❑ Precizia unei mașini-unelte CNC depinde de referențierea corectă a sculei așchietoare și a piesei de lucru.
- ❑ Compensările CNC sunt în esență valorile numerice memorate care deplasează cu precizie fiecare sculă de la punctul de zero al mașinii la punctul de zero al programului.

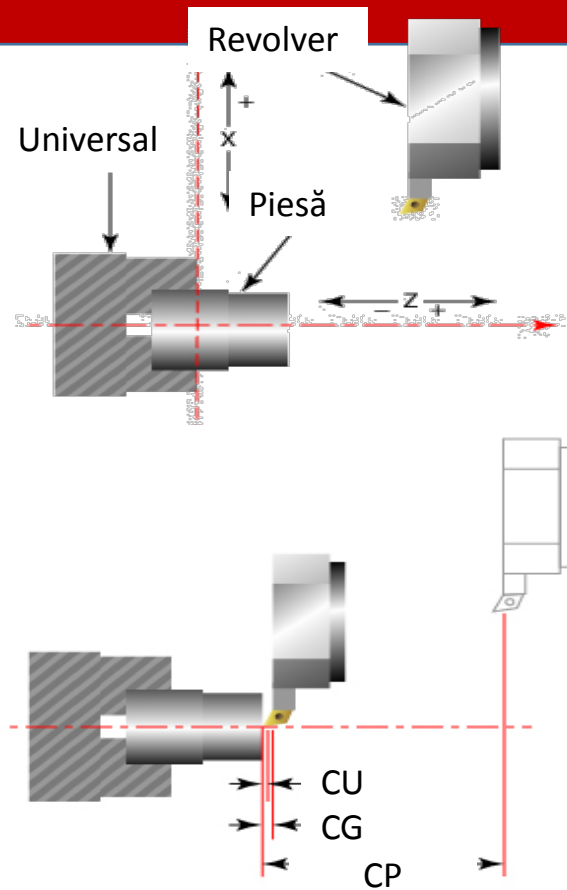


COMPENSĂRI - STRUNG

Compensările asigură deplasarea componentelor mașinii din punctul zero mașină în punctul de zero al programului.

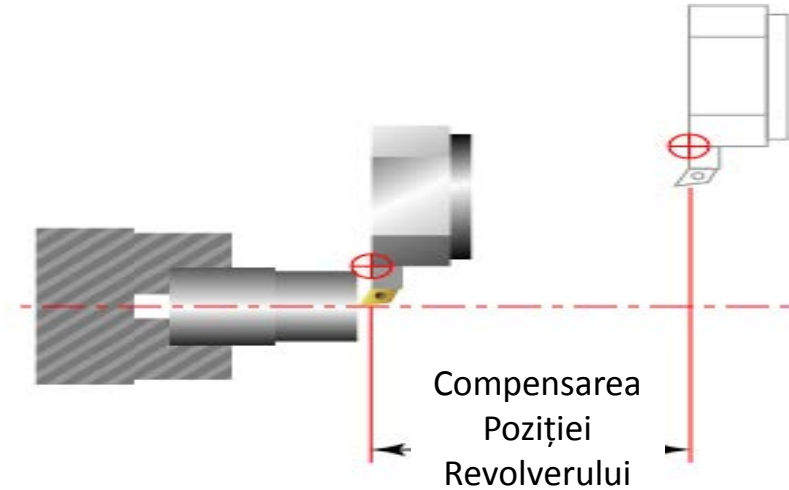
Tipuri de compensări:

- **Compensarea poziției revolverului (CP)** ajustează întregul revolver de-a lungul axei Z din poziția de zero mașină.
- **Compensarea de geometrie (CG)** ajustează poziția sculei așchietoare de-a lungul axelor X și Z.
- **Compensarea de uzură (CU)** ajustează poziția sculei așchietoare cu distanțe foarte mici de-a lungul ambelor axe.



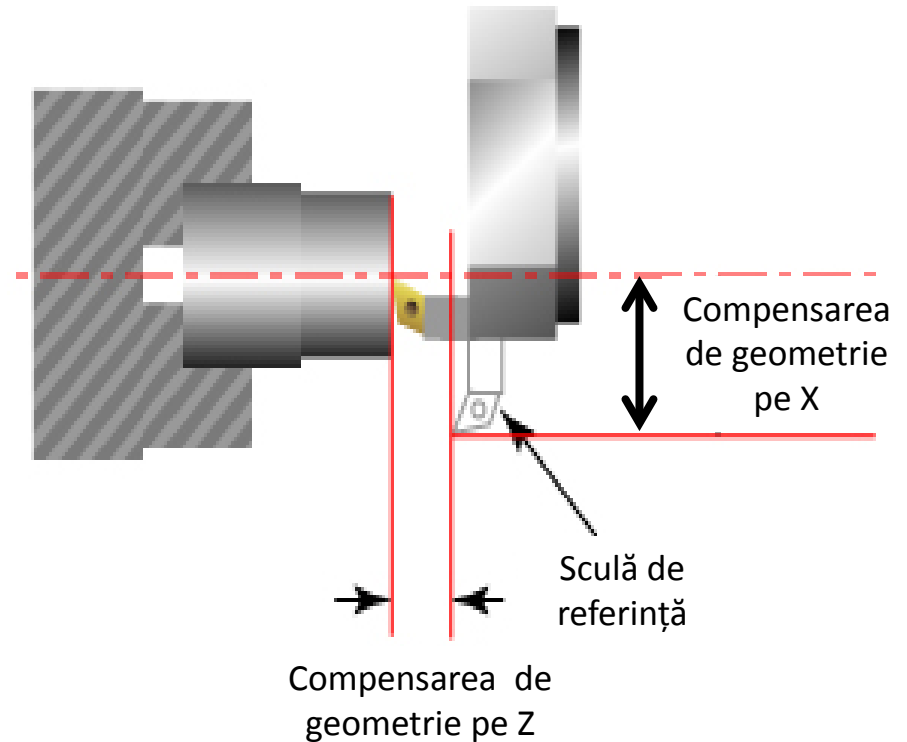
COMPENSAREA POZIȚIEI REVOLVERULUI

- ❑ Este compensarea cu valoarea cea mai mare.
- ❑ Compensarea se face numai pe axa Z.
- ❑ Operatorul poate memora o serie de deplasări ale sculei utilizând coduri G (de la G54 până la G59).
- ❑ O tehnică populară în utilizarea compensărilor în cadrul centrelor de strunjire este folosirea unei scule de referință.
- ❑ O insertie de 80° este folosită frecvent ca sculă de referință.



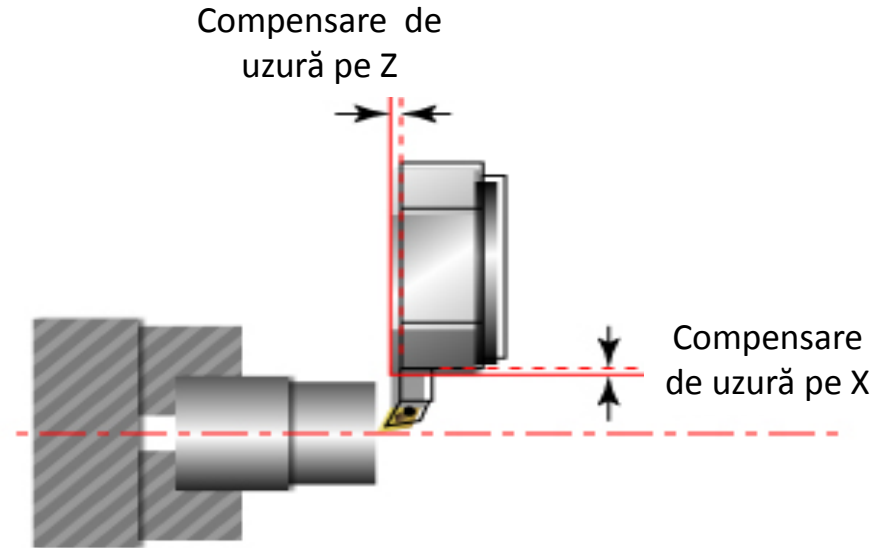
COMPENSAREA DE GEOMETRIE

- ❑ Compensarea poziției sculei are ca efect deplasarea întregului arbore, lucru care afectează fiecare sculă fixată pe el.
- ❑ Compensările de geometrie pentru fiecare sculă deplasează arborele de-a lungul axelor X și Z.
- ❑ Operatorul trebuie să atingă fiecare sculă de suprafețele finisate ale piesei și să memoreze astfel compensările de geometrie după axele X și Z.



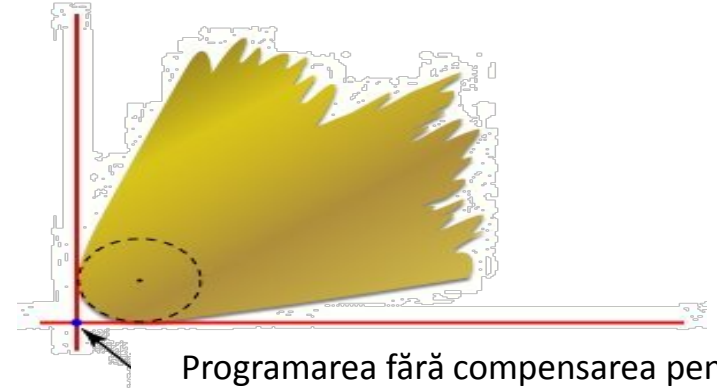
COMPENSAREA DE UZURĂ

- ❑ Operatorul poate folosi compensările de uzură și poate face mici ajustări pentru a aduce piesa în limitele corecte de toleranță.
- ❑ Compensările de uzură deplasează scula de-a lungul axelor X și Z.
- ❑ Compensările de uzură se comportă ca mici ajustări.

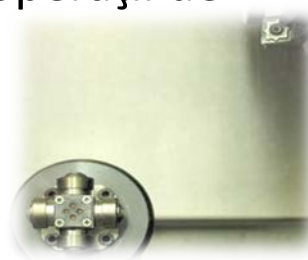
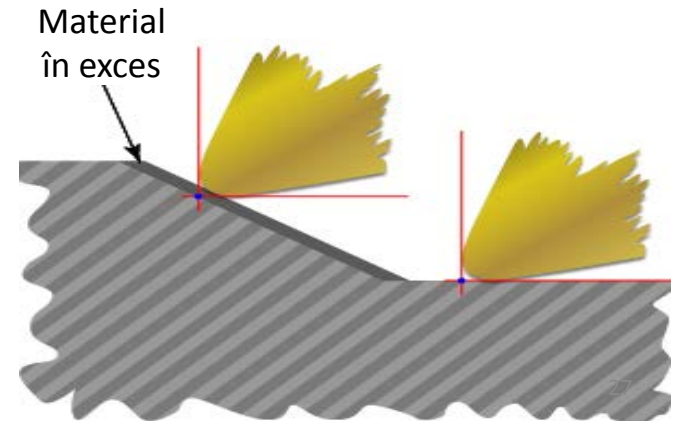


COMPENSAREA CURBURII VÂRFULUI SCULEI

- ❑ Curbura vârfului sculei duce la ameliorarea finisării și la reducerea vibrațiilor.
- ❑ Pentru operațiile de strunjire liniară și strunjire frontală, curbura vârfului nu afectează dimensiunea piesei.
- ❑ Compensarea curburii vârfului este mai importantă pentru operații de finisare.



Programarea fără compensarea pentru raza de curbură a vârfului sculei

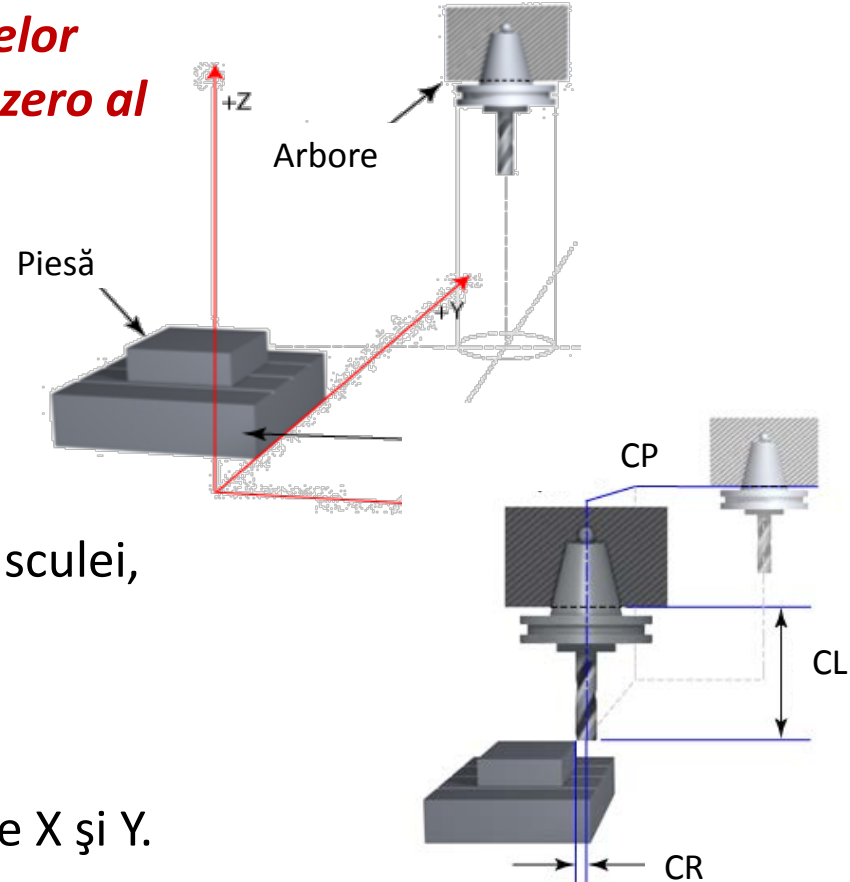


COMPENSĂRI - FREZĂ

Compensările asigură deplasarea componentelor mașinii din punctul zero mașină în punctul de zero al programului.

Tipuri de compensări:

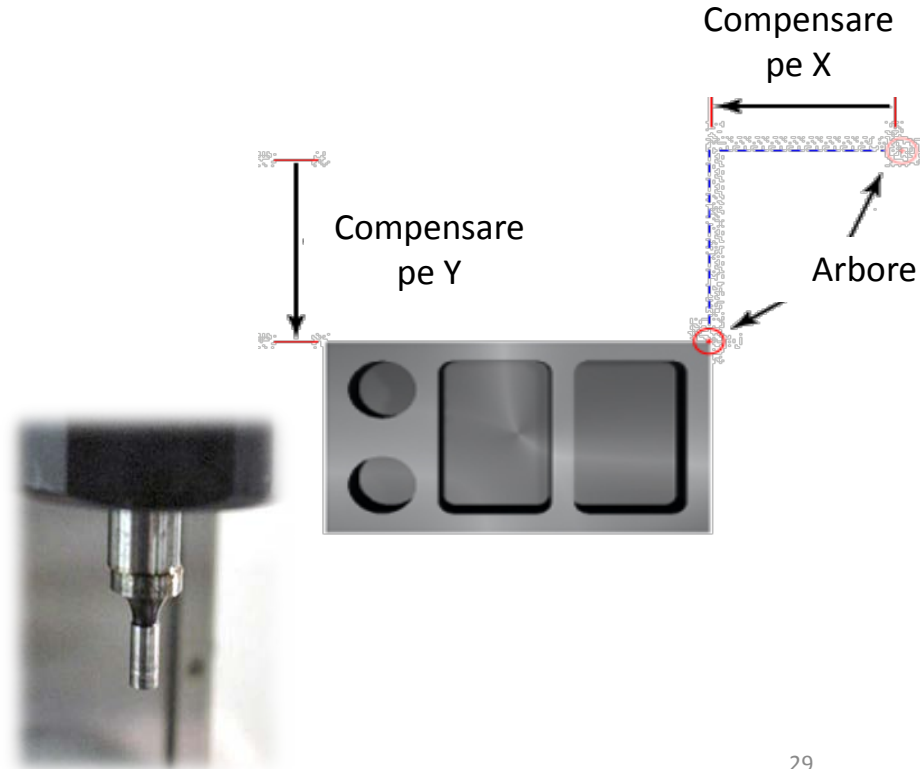
- **Compensarea poziției arborelui (CP)** repoziționează scula după cele trei axe.
- **Compensarea de lungime a sculei (CL)** compensează pentru lungimi variabile ale sculei, după axa Z.
- **Compensarea razei sculei (CR)** ajustează diametrele variate ale sculei. Este necesară pentru scule care efectuează mișcări pe axele X și Y.



COMPENSAREA POZIȚIEI ARBORELUI

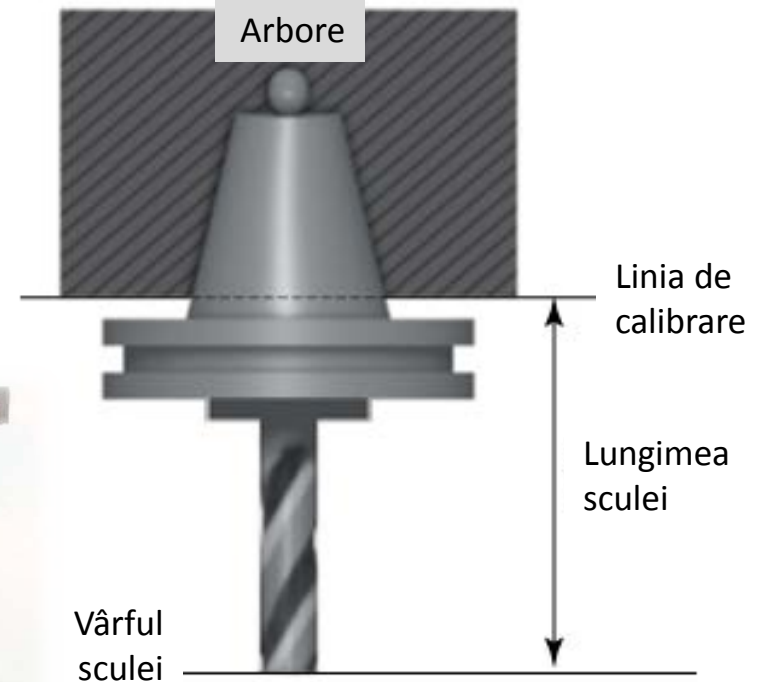
Afectează poziția fiecărei scule fixate în centrul de frezare.

- ❑ Operatorul trebuie să seteze compensarea poziției sculei după axa X și Y o singură dată pentru o anumită piesă.
- ❑ Operatorul folosește un dispozitiv de determinare a marginii unei piese (eng. edge finder) pentru a stabili valoarea necesară pentru compensarea poziției sculei.



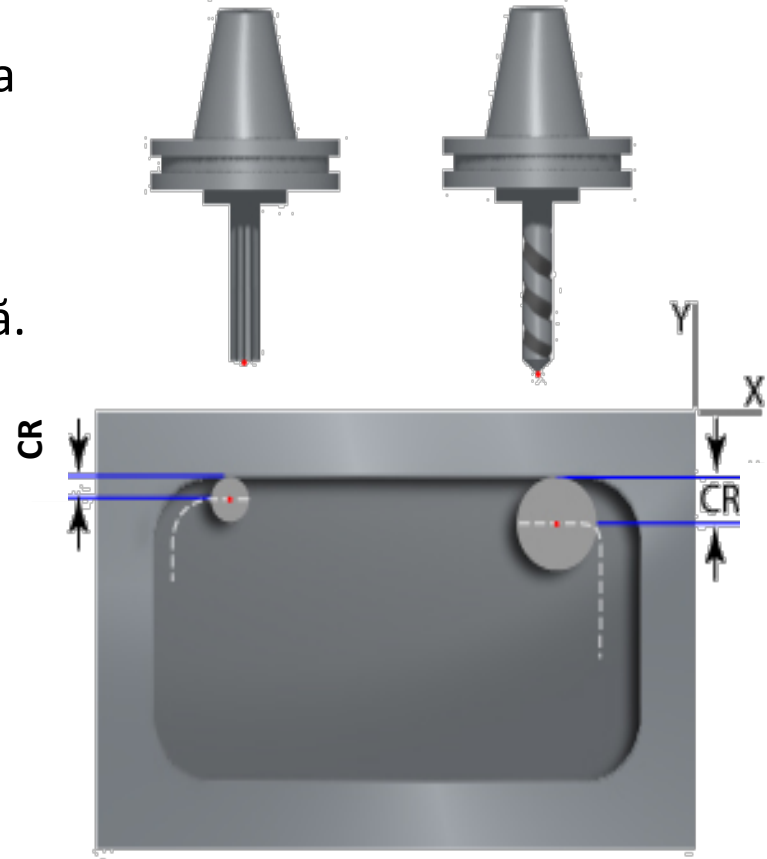
METODE DE COMPENSARE PENTRU LUNGIMEA SCULEI

- ❑ Fiecare dispozitiv de fixare sculă are o linie imaginară de calibrare care corespunde suprafeței inferioare a mandrinei.
- ❑ Lungimea sculei este calculată de la vârful sculei până la linia de calibrare.
- ❑ Pentru măsurarea lungimilor sculelor încărcate în mașină, operatorul atinge fiecare dintre acestea de o componentă fixă a mașinii, cum ar fi masa de lucru.



COMPENSAREA RAZEI SCULEI

- ❑ Cele mai multe programe calculează traiectoria unei unelte relativ la axul ei.
- ❑ Se aplică, de exemplu, în cazul sculei de frezat tip deget, care aşchiază cu marginea exterioară.
- ❑ Compensarea razei sculei deplasează scula aşchietoare după o direcție perpendiculară pe traiectoria programată.
- ❑ Producătorii adaugă centrelor de frezare dispozitive care fac compensarea mai ușor de realizat.





PROGRAMUL PIESĂ

PROGRAMUL PIESĂ

Un program piesă este o secvență ordonată de comenzi care descriu totalitatea operațiilor realizate de mașină.

- ❑ Un program este format din mai multe **blocuri**.
- ❑ Un **bloc** este format din mai multe **cuvinte**, fiind echivalent cu o linie de program.
- ❑ Un **cuvânt** este format dintr-un **caracter de adresă** și una sau mai multe **cifre, eventual alte simboluri**.
- ❑ Programul este citit pe măsură ce mașina CNC execută operațiile de prelucrare.

N1 G00 G54 G17 T1 M03 F20 S100

N2 G00 X50 Y10 Z0

N3 G01 Z-10

N4 G02 X50 Y10 I0 J40

N5 G01 Z5

N6 G00 X65 Y55

N7 G01 Z-5

N8 G03 X65 Y55 I0 J7

N9 G01 Z5

N10 G00 X35 Y55

N11 G01 Z-5

N12 G02 X35 Y55 I0 J7

N13 G01 Z5

N14 G00 X50 Y40

N15 G01 Z-5

N16 G01 X50 Y65

N17 G01 Z5

N18 G00 X35 Y40

N19 G01 Z-5

N20 G03 X65 Y40 I15 J0

N21 G01 Z5

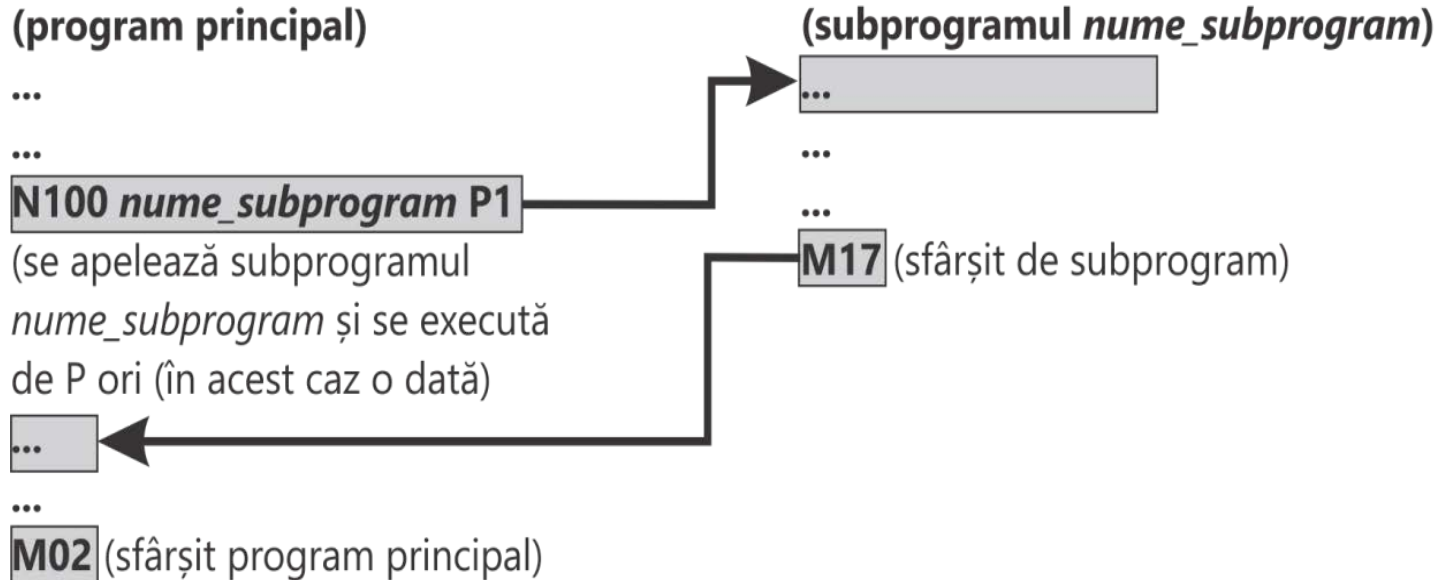
N22 G00 X0 Y0 Z0

N23 M02

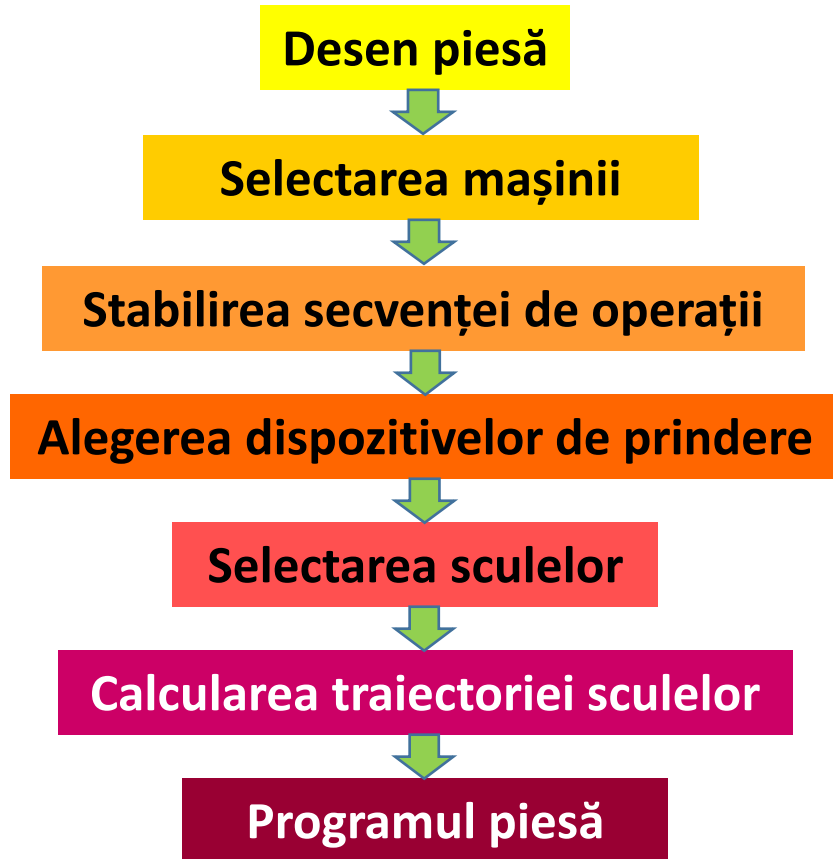
PROGRAM - SUBPROGRAM

Un subprogram este o secvență de cod care poate fi apelată din programul principal sau de către un ciclu de prelucrare.


- Are rolul de a asigura o mai bună structurare a programului piesă și de a reduce lungimea acestuia.



PAȘII NECESARI REALIZĂRII PROGRAMULUI PIESĂ



Pentru calcularea traiectoriilor trebuie să se stabilească anterior, coordonatele punctului de zero program (zero piesă).



CODURI PREGĂTITOARE

CODURI PREGĂTITOARE

Codurile pregătitoare sunt acele coduri care apar de obicei într-un program înainte de a programa traiectoria efectivă a sculei.

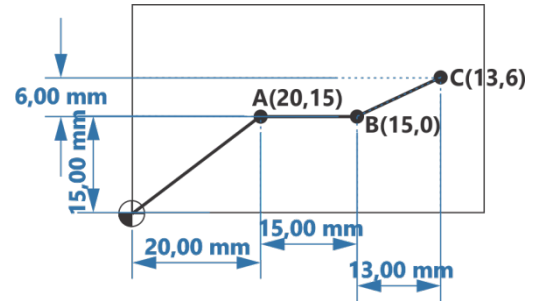
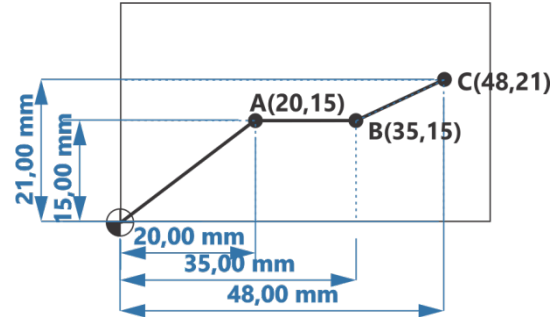
❑ Există mai multe categorii de coduri pregătitoare în funcție de rolul acestora într-un program:

- pentru stabilirea tipului de coordonate
- pentru stabilirea unităților de măsură folosite
- pentru definirea vitezei și a avansului
- pentru memorarea punctului de zero
- pentru controlul axului mașinii
- pentru utilizarea sculelor
- pentru utilizarea agentului de răcire
- pentru semnalizarea sfârșitului unui program sau subprogram



CODURI PREGĂTITOARE - TIPURI DE COORDONATE

- ❑ Scrierea unui program se poate face considerând coordonate:
 - absolute
 - relative (incrementale)
- ❑ În cazul utilizării coordonatelor absolute, fiecare nouă poziție este calculată relativ la originea sistemului de coordonate (punctul zero program (zero piesă)).
- ❑ În cazul utilizării coordonatelor relative, fiecare nouă poziție este calculată relativ la poziția anterioară.
- ❑ Coduri folosite:
 - G90** - pentru coordonate absolute
 - G91** - pentru coordonate relative



G90 și G91 se exclud reciproc, deci nu pot exista în același bloc.

CODURI PREGĂTITOARE - UNITĂȚI DE MĂSURĂ

- ❑ Programarea se poate face considerând sistemul de unități de măsură:
 - imperial (în inci)
 - metric (în milimetri)
- ❑ Pentru programarea în sistem imperial se folosește codul **G20**.
- ❑ Pentru programarea în sistem metric se folosește codul **G21**.
- ❑ Sistemul de unități de măsură afectează:
 - Coordonatele programate (X, Y, Z)
 - Deplasările incrementale sau absolute
 - Avansul programat
 - Viteza programată
 - Corecțiile de sculă
 - Dimensiunile materialului brut și ale produsului finit



G20 și G21 se exclud reciproc, deci nu pot exista în același bloc.

CODURI PREGĂTITOARE - VITEZA ȘI AVANSUL

VITEZA

- ❑ În cazul programării mașinilor cu comandă numerică, viteza de rotație a arborelui se programează folosind codul **S**
- ❑ Formatul de programare este:

S valoare

unde *valoare* este un număr întreg care reprezintă numărul de rotații/minut a arborelui

**La freză S se referă la viteza de rotație a sculei.
La strung S se referă la viteza de rotație a piesei.**

AVANSUL

- ❑ Avansul reprezintă viteza cu care scula așchietoare se deplasează în material pentru a realiza operația de prelucrare.
- ❑ Formatul de programare este:

F valoare

unde *valoare* este un număr întreg care reprezintă:

- numărul de mm/min dacă se folosesc codurile **G21** și **G94**
- numărul de inci/min dacă se folosesc codurile **G20** și **G94**
- numărul de mm/rot dacă se folosesc codurile **G21** și **G95**
- numărul de inci/rot dacă se folosesc codurile **G20** și **G95**

Pentru freze se preferă exprimarea în inci/min sau mm/min.

Pentru strunguri se preferă exprimarea în inci/rot sau mm/rot.



CODURI PREGĂTITOARE - PUNCTUL DE ZERO PROGRAM

Punctul de zero program este ales de către programator.



simbol punct
de zero

- La freză punctul de zero se poate alege:
 - într-unul din colțurile piesei (dacă este paralelipipedică)
 - în centrul piesei (dacă piesa este simetrică), la baza sau la suprafața piesei
- La strung punctul de zero se poate alege:
 - în centrul suprafeței capătului liber al piesei finite
 - în centrul suprafeței capătului prins al materialului brut
 - în centrul universalului
- Pentru memorarea punctului de zero program se folosește codul **G54**

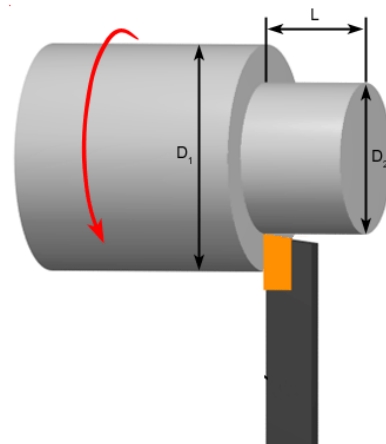


Dacă este necesar se pot defini mai multe puncte de zero pentru aceeași piesă, care se vor memora în coduri de la G54 până la G59. Folosirea mai multor puncte de zero program, când este utilă, poate duce la simplificarea calculelor.

CODURI PREGĂTITOARE - CONTROLUL ARBORELUI MAȘINII

☐ Pentru controlul axului mașinii este necesar să se precizeze:

- viteza de rotație (folosind codul **S**)
- pornirea în sens orar (folosind codul **M03**)
- pornirea în sens antiorar (folosind codul **M04**)
- oprirea rotației arborelui (folosind codul **M05**)



La freză se rotește scula de așchiere.

La strung se rotește piesa de prelucrat.

CODURI PREGĂTITOARE - ADRESAREA SCULELOR

- Pentru controlerele SIEMENS, folosite atât pentru freze cât și pentru strunguri, definirea unei scule care va fi folosită pentru prelucrare se face sub forma:

T a D b

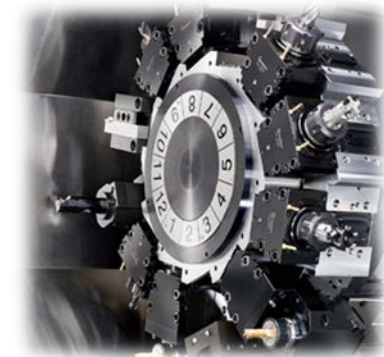
unde: T - codul pentru adresarea sculei

a - numărul sculei (poziția sculei în
magazia automată/capul revolver)

D - codul pentru adresarea compensărilor

b - adresa (numărul) grupului de compensări folosite

- Dacă mașina de prelucrat este prevăzută cu schimbător automat de scule, activarea acestuia se face folosind codul **M06**.



CODURI PREGĂTITOARE - AGENTUL DE RĂCIRE

Agentul de răcire are rolul de a reduce temperatura sculei așchietoare și a materialului prelucrat, iar uneori și reducerea frecărilor dintre acestea.

- ❑ Agentul de răcire poate fi aer, apă sau o emulsie apoasă.
- ❑ Pentru controlul pompei care asigură livrarea agentului de răcire se folosesc următoarele coduri:

M07 - pornirea pompei pentru pulverizarea agentului de răcire

M08 - pornirea pompei pentru livrarea agentului de răcire sub formă de jet

M09 - oprirea pompei



CODURI PREGĂTITOARE - TERMINARE PROGRAM/SUBPROGRAM

- ❑ Orice program trebuie să se încheie cu unul din codurile:

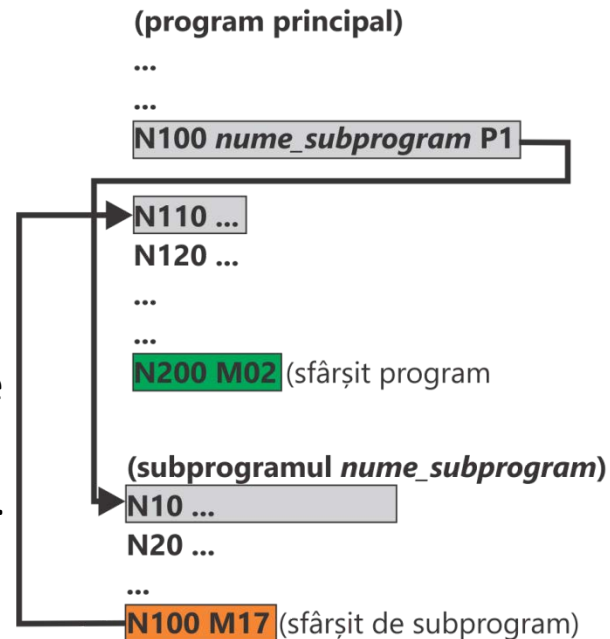
M02 - sfârșit de program, cu resetare, fără derulare

M30 - sfârșit de program, cu resetare, cu derulare

În cazul sistemelor CNC moderne (la care programul nu mai este stocat pe benzi de hârtie sau magnetice) nu există nicio deosebire în ceea ce privește funcționalitatea celor două coduri.

- ❑ Orice subprogram trebuie să se încheie cu codul:

M17 - sfârșit de subprogram



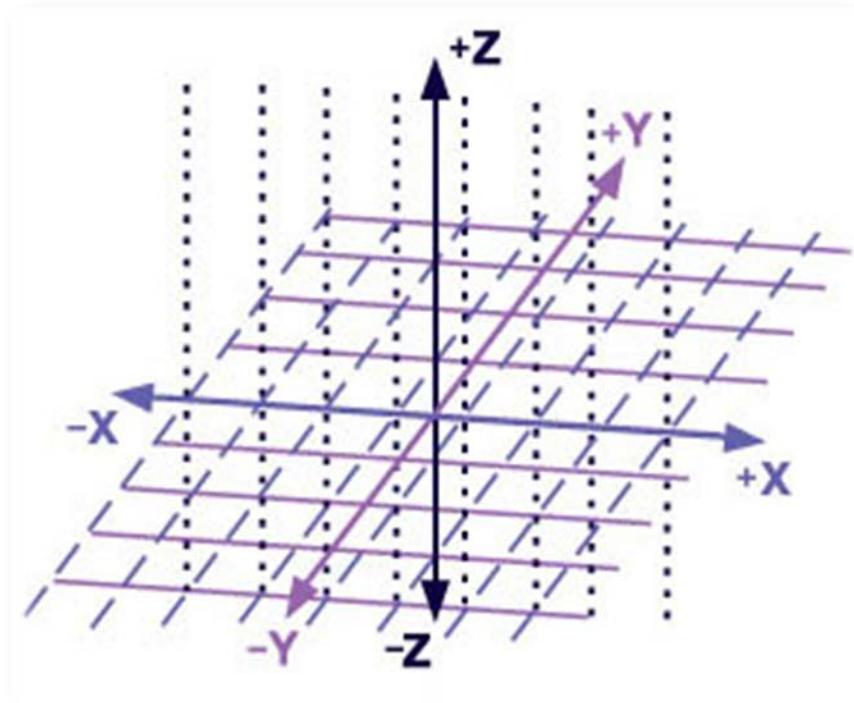
CODURI PENTRU SELECȚIA PLANULUI LA FREZELE CNC

□ Pentru selecția planului în care are loc mișcarea circulară se folosesc codurile:

G17 - pentru selecția planului XOY;

G18 - pentru selecția planului XOZ;

G19 - pentru selecția planului YOZ;



Dacă nu se precizează în program ce plan se va folosi, implicit controlerul va considera planul XOY.

CODURI PENTRU PROGRAMAREA MIȘCĂRILOR CIRCULARE (1)

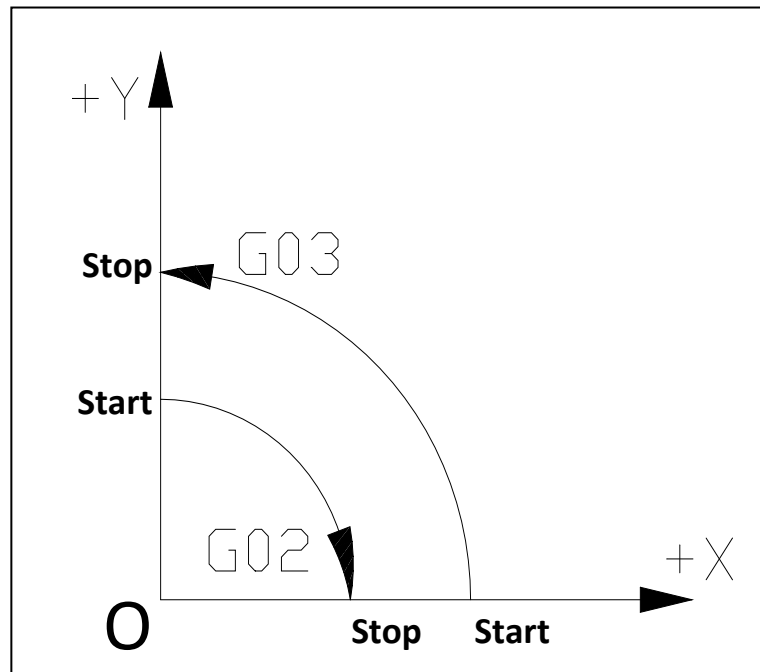
□ Pentru programarea unei deplasări circulare între două puncte (punctul de start și punctul de final) se folosesc codurile:

G02 (pentru deplasare în sens orar)

G03 (pentru deplasare în sens antiorar).

□ Programarea unei mișcări circulare se poate face:

- fie specificând **R** (raza cercului),
- fie specificând parametrii **I, J, K** (distanțele relative dintre punctul de start și centrul cercului, de-a lungul axelor X, Y, respectiv Z).



CODURI PENTRU PROGRAMAREA MIȘCĂRILOR CIRCULARE (2)

❑ Formatul complet al codurilor pentru mișcări circulare (în cazul frezelor CNC):

G02 X_ Y_ Z_ R_ F_ sau

G03 X_ Y_ Z_ R_ F_ sau

G02 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_ F_

G03 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_ F_

unde:

- **X_** - coordonata X a punctului final;
- **Y_** - coordonata Y a punctului final;
- **Z_** - coordonata Z a punctului final;
- **R_** - raza cercului;
- **I_** – distanța (cu specificarea sensului) de la punctul de start al arcului de cerc până la centrul cercului, de-a lungul axei X;
- **J_** – distanța (cu specificarea sensului) de la punctul de start al arcului de cerc până la centrul cercului, de-a lungul axei Y;
- **K_** – distanța (cu specificarea sensului) de la punctul de start al arcului de cerc până la centrul cercului, de-a lungul axei Z.

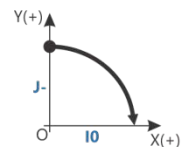
CONFIGURAREA CODURILOR PENTRU MIȘCĂRI CIRCULARE (1)

- Formatul comenzilor pentru deplasări circulare în planul XOY este:

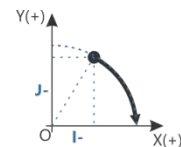
Sens orar	
R	I J K
G02 X_ Y_ R_	G02 X_ Y_ I_ J_
Sens antiorar	
R	I J K
G03 X_ Y_ R_	G03 X_ Y_ I_ J_

- Alegerea semnului + sau - pentru parametrii I și J se face în funcție de:

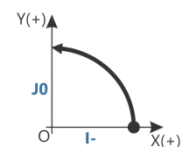
- planul în care se realizează mișcarea,
- cadranul în care are loc mișcarea,
- sensul mișcării,
- ungimea arcului de cerc (arc complet sau parțial).



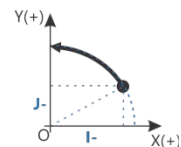
G02



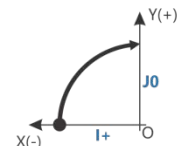
G02



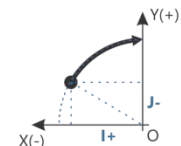
G03



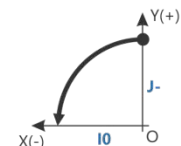
G03



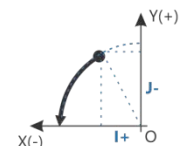
G02



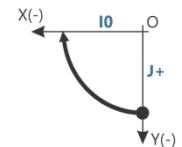
G02



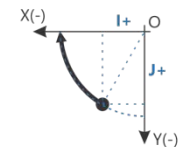
G03



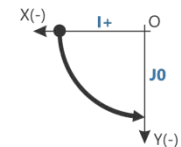
G03



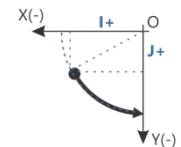
G02



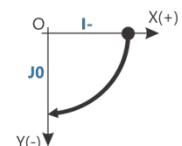
G02



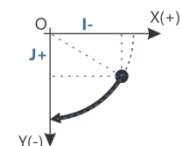
G03



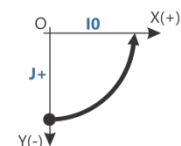
G03



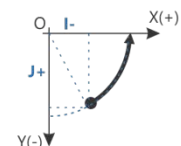
G02



G02



G03



G03

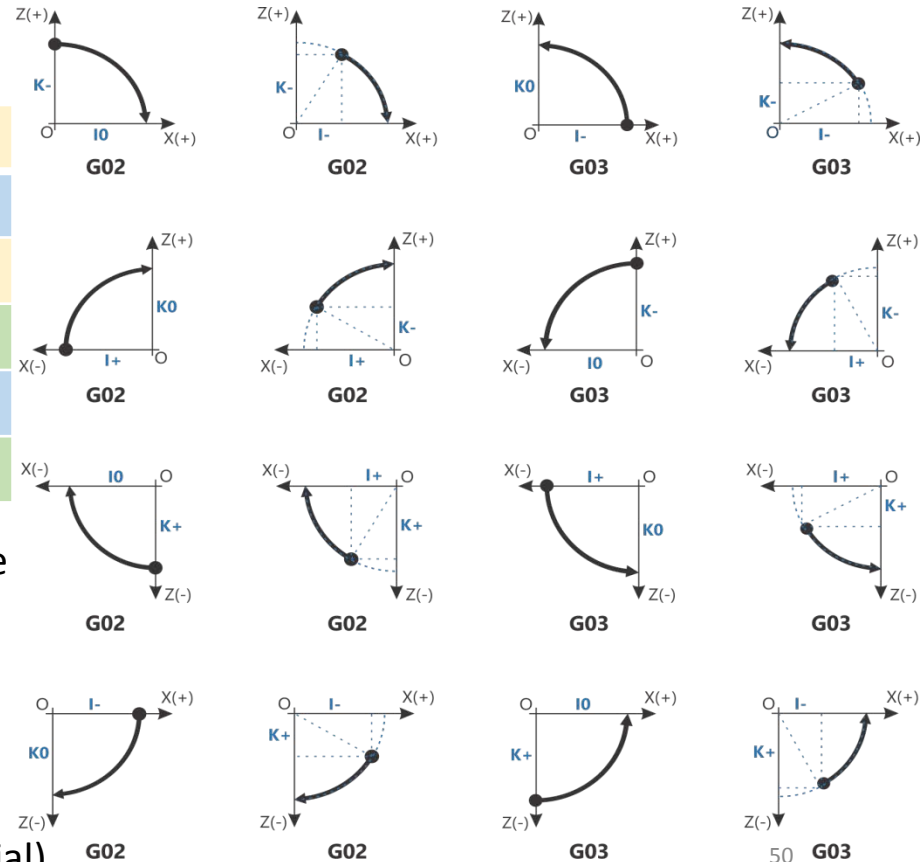
CONFIGURAREA CODURILOR PENTRU MIȘCĂRI CIRCULARE (2)

- Formatul comenzilor pentru deplasări circulare în planul XOZ este:

Sens orar	
R	I J K
G02 X_ Z_ R_	G02 X_ Z_ I_ K_
Sens antiorar	
R	I J K
G03 X_ Z_ R_	G03 X_ Z_ I_ K_

- Alegerea semnului + sau - pentru parametrii I și K se face în funcție de:

- planul în care se realizează mișcarea,
- cadranul în care are loc mișcarea,
- sensul mișcării,
- lungimea arcului de cerc (arc complet sau parțial).



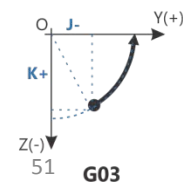
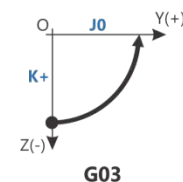
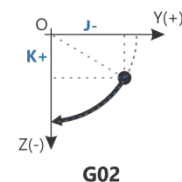
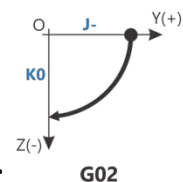
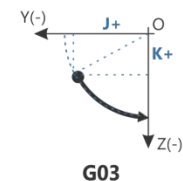
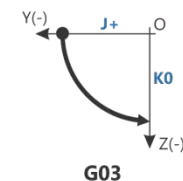
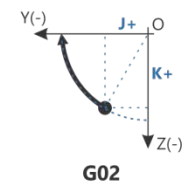
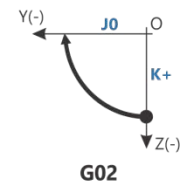
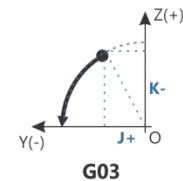
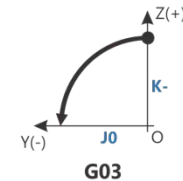
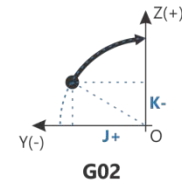
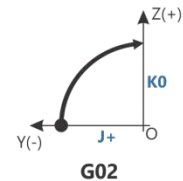
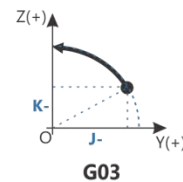
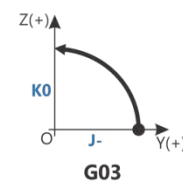
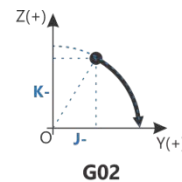
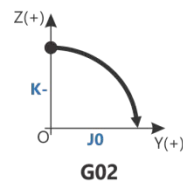
CONFIGURAREA CODURILOR PENTRU MIȘCĂRI CIRCULARE (3)

- Formatul comenzilor pentru deplasări circulare în planul YOZ este:

Sens orar	
R	I J K
G02 Y_ Z_ R_	G02 Y_ Z_ J_ K_
Sens antiorar	
R	I J K
G03 Y_ Z_ R_	G03 Y_ Z_ J_ K_

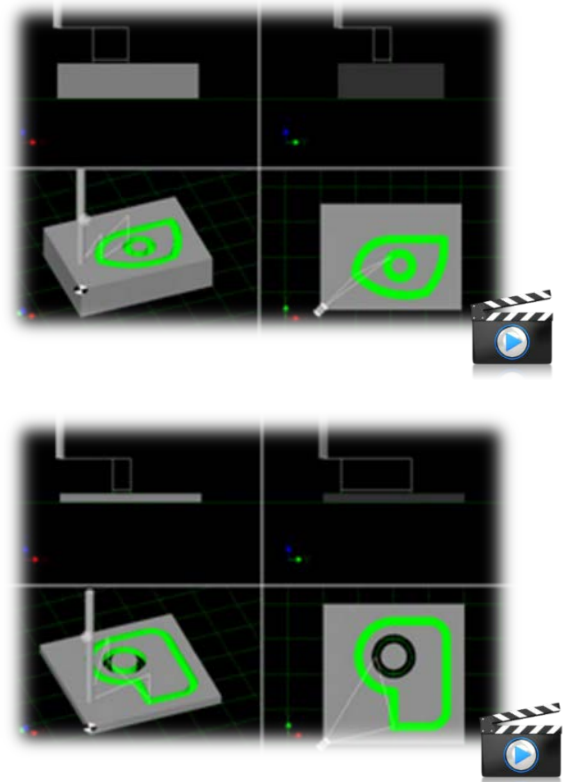
- Alegerea semnului + sau - pentru parametrii J și K se face în funcție de:

- planul în care se realizează mișcarea,
- cadranul în care are loc mișcarea,
- sensul mișcării,
- lungimea arcului de cerc (arc complet sau parțial).



R sau I, J, K

- ❑ G02 și G03 sunt comenzi modale.
- ❑ R sau I, J și K pentru controlerele mai noi.
- ❑ Numai I, J și K pentru controlerele mai vechi.
- ❑ Numai I, J și K pentru cercuri complete, indiferent de generația controlerelor.



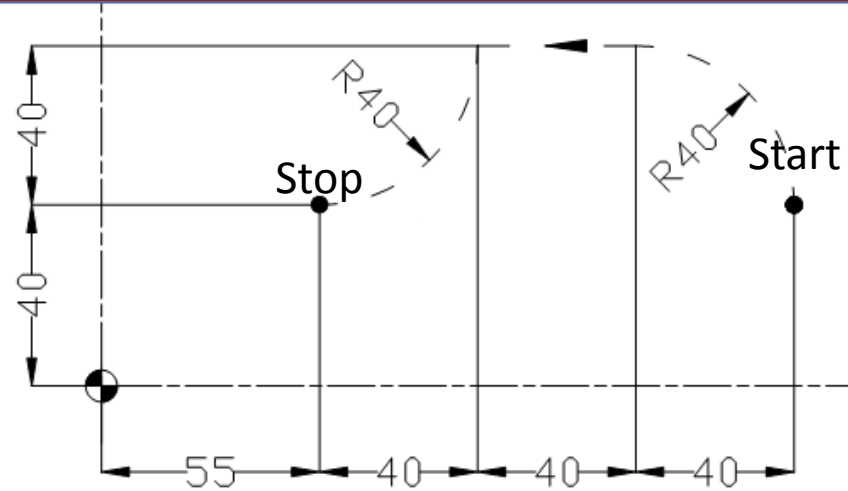
Parametrii I, J și K se calculează întotdeauna relativ la punctul de start al arcului de cerc, indiferent dacă se folosesc coordonate absolute sau relative.

PROGRAMARE CU G02 ȘI G03

Exemplu

Coordonate absolute și I,J	Coordonate absolute și R
N1 G90	N1 G90
N2 G01 X175 Y40 F100	N2 G01 X175 Y40 F100
N3 G03 X135 Y80 I-40 J0	N3 G03 X135 Y80 R40
N4 G01 X95	N4 G01 X95
N5 G02 X55 Y40 I-40 J0	N5 G02 X55 Y40 R40

Coordonate relative și I,J	Coordonate relative și R
N1 G91	N1 G91
N2 G01 X175 Y40 F100	N2 G01 X175 Y40 F100
N3 G03 X-40 Y40 I-40 J0	N3 G03 X-40 Y40 R40
N4 G01 X-40	N4 G01 X-40
N5 G02 X-40 Y-40 I-40 J0	N5 G02 X-40 Y-40 R40



Parametrii I, J și K se programează ÎNTOTDEAUNA în coordonate RELATIVE, chiar dacă se folosesc coordonate absolute.

CODURI PENTRU PROGRAMAREA MIȘCĂRILOR CIRCULARE LA STRUNG

❑ Formatul complet al codurilor pentru mișcări circulare (în cazul strungurilor CNC):

G02 X_ Z_ R_ F_ sau

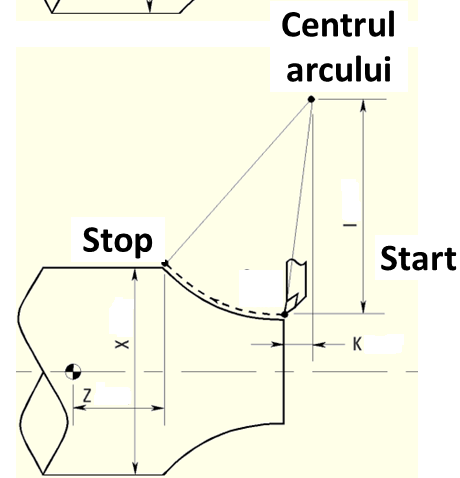
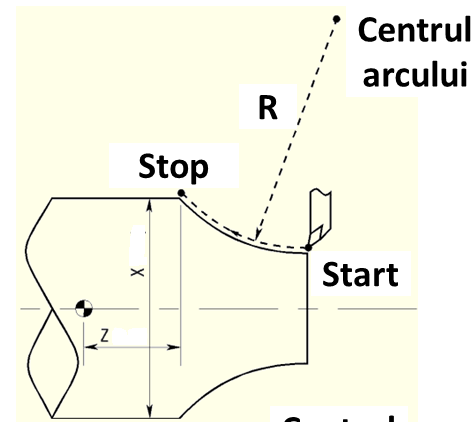
G02 X_ Z_ I_ K_ F_

G03 X_ Z_ R_ F_ sau

G03 X_ Z_ I_ K_ F_

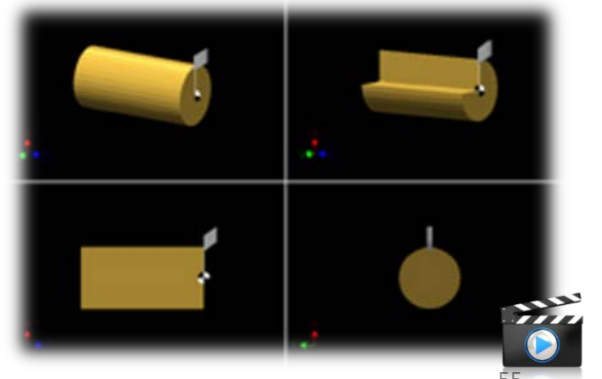
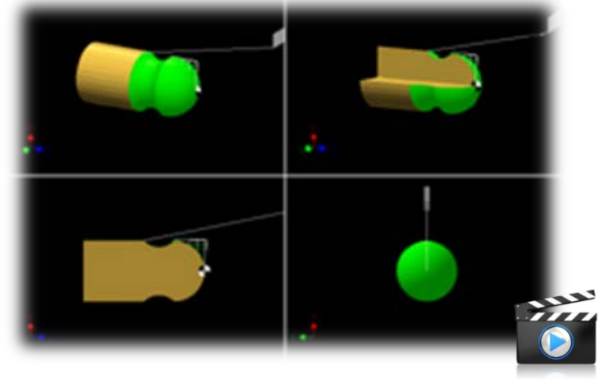
unde:

- **X_** - coordonata X a punctului final;
- **Z_** - coordonata Z a punctului final;
- **R_** - raza cercului;
- **I_** – distanța (cu specificarea sensului) de la punctul de start al arcului de cerc până la centrul cercului, de-a lungul axei X;
- **K_** – distanța (cu specificarea sensului) de la punctul de start al arcului de cerc până la centrul cercului, de-a lungul axei Z.



R sau I și K

- G02 și G03 sunt comenzi modale.
- R sau I și K pentru controlerele mai noi.
- Numai I și K pentru controlerele mai vechi.

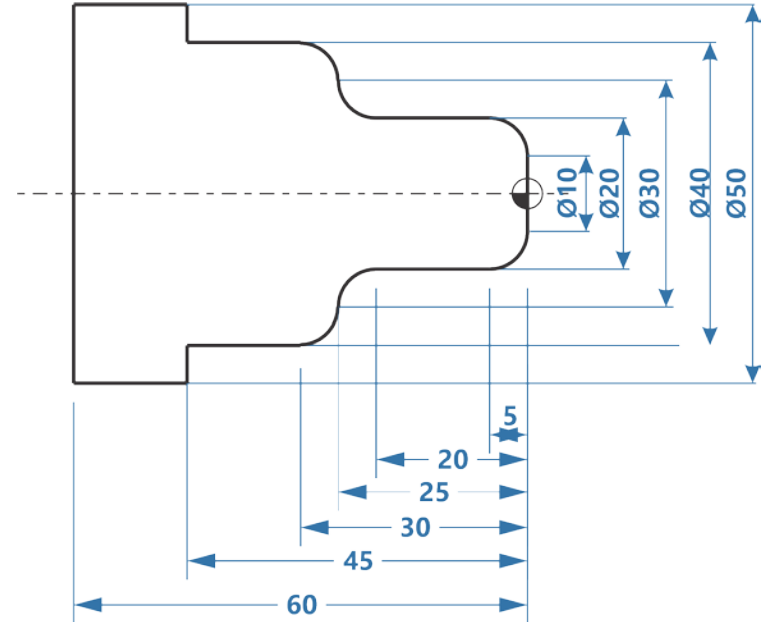


Parametrii I și K se calculează întotdeauna relativ la punctul de start al arcului de cerc, indiferent dacă se folosesc coordonate absolute sau relative.

PROGRAMARE CU G02 ȘI G03

Exemplu

Coordonate absolute și I,K	Coordonate relative și I,K
N1 G90	N1 G91
N2 G01 X0 Z0 F100	N2 G01 X0 Z0 F100
N3 G01 X10	N3 G01 X10
N4 G03 X20 Z-5 I0 K-5	N4 G03 X10 Z-5 I0 K-5
N5 G01 Z-20	N5 G01 Z-15
N6 G02 X30 Z-25 I5 K0	N6 G02 X10 Z-5 I5 K0
N7 G03 X40 Z-30 I0 K-5	N7 G03 X10 Z-5 I0 K-5
N8 G01 X40 Z-45	N8 G01 X0 Z-15
N9 G01 X50	N9 G01 X10
N10 G01 Z-60	N10 G01 Z-15



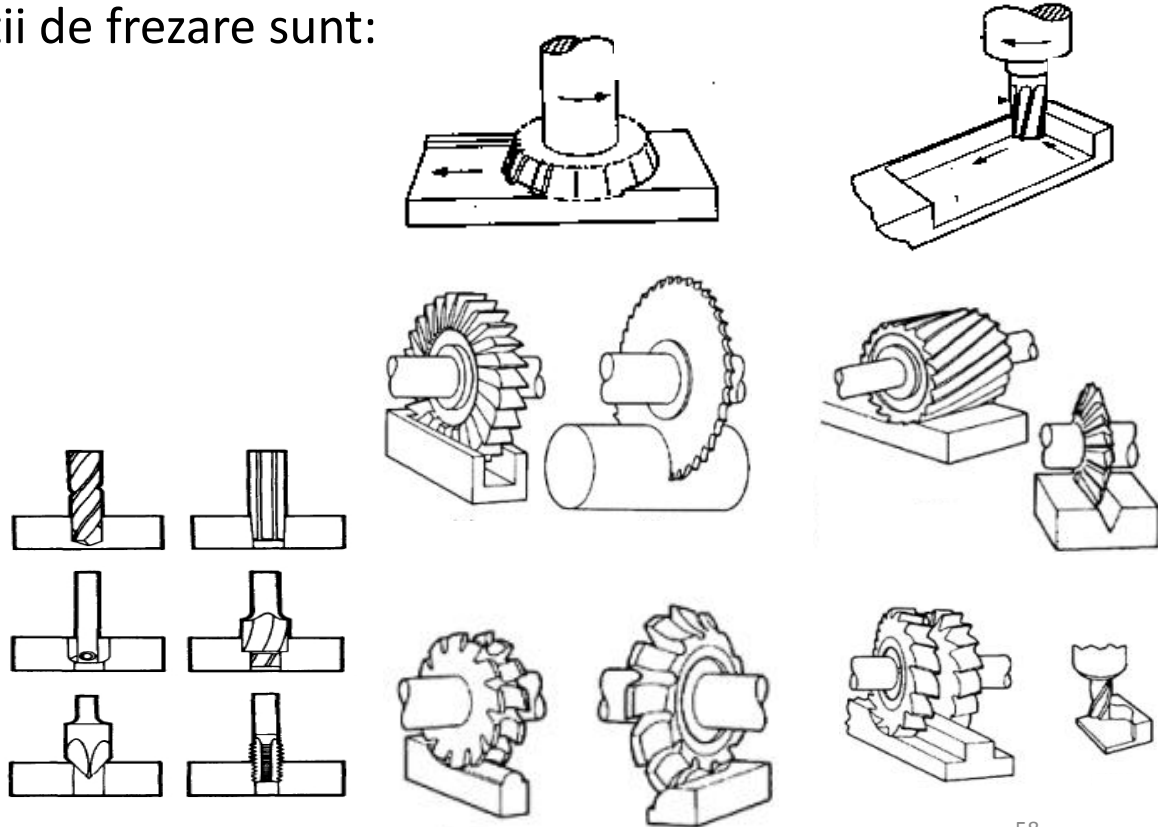


**OPERAȚII
DE FREZARE ȘI
GĂURIRE**

OPERAȚII DE FREZARE

□ Cele mai des întâlnite operații de frezare sunt:

- Frezarea frontală
- Frezarea laterală
- Crearea buzunarelor
- Șanfrenarea
- Canelarea
- Crearea fantelor
- Lărgirea
- Filetarea
- Interpolarea cilindrică
- Gravarea



OPERAȚII DE GĂURIRE

- Cele mai des întâlnite operații de găurire sunt:
 - găurirea preliminară;
 - găurirea efectivă;
 - alezarea;
 - teșirea;
 - filetarea.



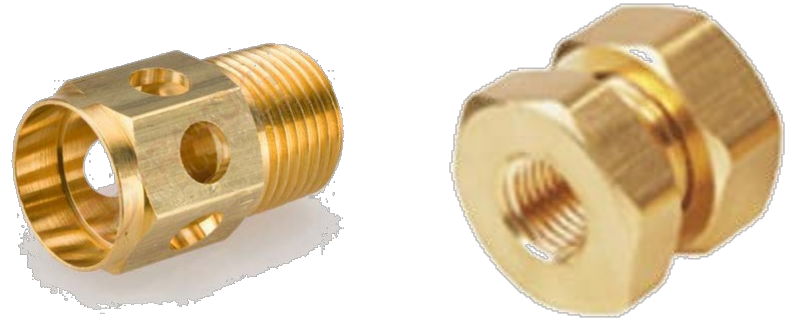


OPERAȚII DE STRUNJIRE

CLASIFICAREA OPERAȚIILOR DE STRUNJIRE

Strunjirea este operația tehnologică de prelucrare prin așchiere a unui material cu ajutorul unui strung.

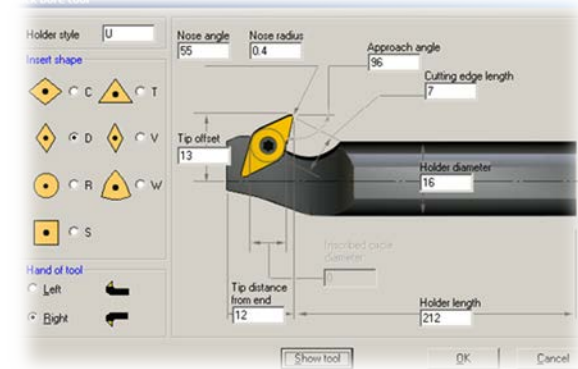
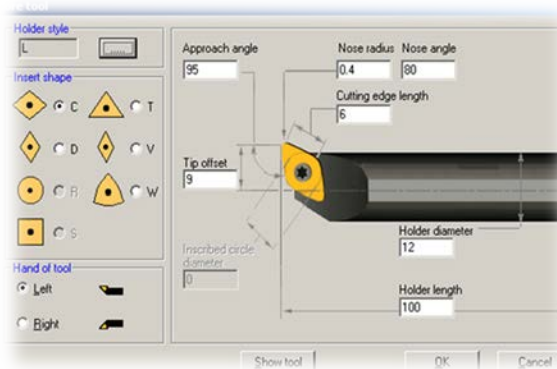
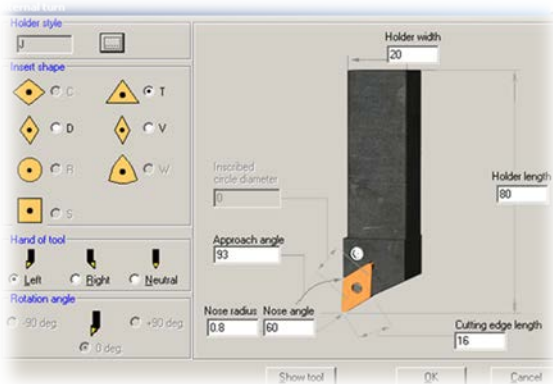
- ❑ După suprafața pe care se desfășoară:
 - operații de strunjire exterioară (SE)
 - operații de strunjire interioară (SI)
- ❑ După natura operațiilor:
 - operații de degroșare
 - operații de canelare
 - operații de filetare
 - operații de prelucrare a găurilor
 - operații de șanfrenare



OPERAȚIILOR DE STRUNJIRE - PARAMETRII

□ Pentru programarea operațiilor de strunjire sunt necesare informații despre:

- adâncimea de așchiere,
- viteza de rotație,
- avansul,
- scula de așchiere folosită, etc.





CICLURI

CICLURI DE FREZARE

- ❑ Ciclul CYCLE71 - pentru operații de frezare frontală (de suprafață)
- ❑ Ciclul CYCLE72 - pentru operații de frezare laterală (de conturare)
- ❑ Ciclul POCKET1 - pentru prelucrarea buzunarelor rectangulare
- ❑ Ciclul POCKET2 - pentru prelucrarea buzunarelor circulare
- ❑ Ciclul CYCLE90 - pentru prelucrarea filetelor
- ❑ Ciclul SLOT1 - pentru canale cu axa longitudinală perpendiculară pe circumferința unui cerc
- ❑ Ciclul SLOT2 - pentru canale a căror axă longitudinală coincide cu circumferința unui cerc
- ❑ Ciclul CYCLE83 - pentru prelucrarea găurilor
- ❑ Ciclul HOLES1 - pentru prelucrarea unei serii de găuri dispuse în linie dreaptă
- ❑ Ciclul HOLES2 - pentru prelucrarea unei serii de găuri dispuse pe circumferința unui cerc

CICLURI DE STRUNJIRE

- Ciclul L95 - pentru operații de degroșare
- Ciclul L93 - pentru operații de canelare
- Ciclul L98 - pentru operații de găurire în trepte
- Ciclul L97 - pentru filetare



În general fiecare producător de controlere CNC are implementate aceste cicluri, însă ele pot să difere atât din punct de vedere a denumirii lor, cât și al numărului și tipului parametrilor necesari configurării ciclurilor. Pot exista diferențe chiar și în cazul aceluiași producător, pentru familii diferite de controlere.



**SISTEME
CAD-CAM**

SISTEME CAD-CAM (1)

- ❑ Sistemele CAD-CAM înglobează funcționalitățile unui sistem CAD cu cele ale unui sistem CAM.
- ❑ Scopul acestor sisteme este de a automatiza procesele de proiectare, de transfer a informațiilor de proiectare spre producție și de producție.

CAD

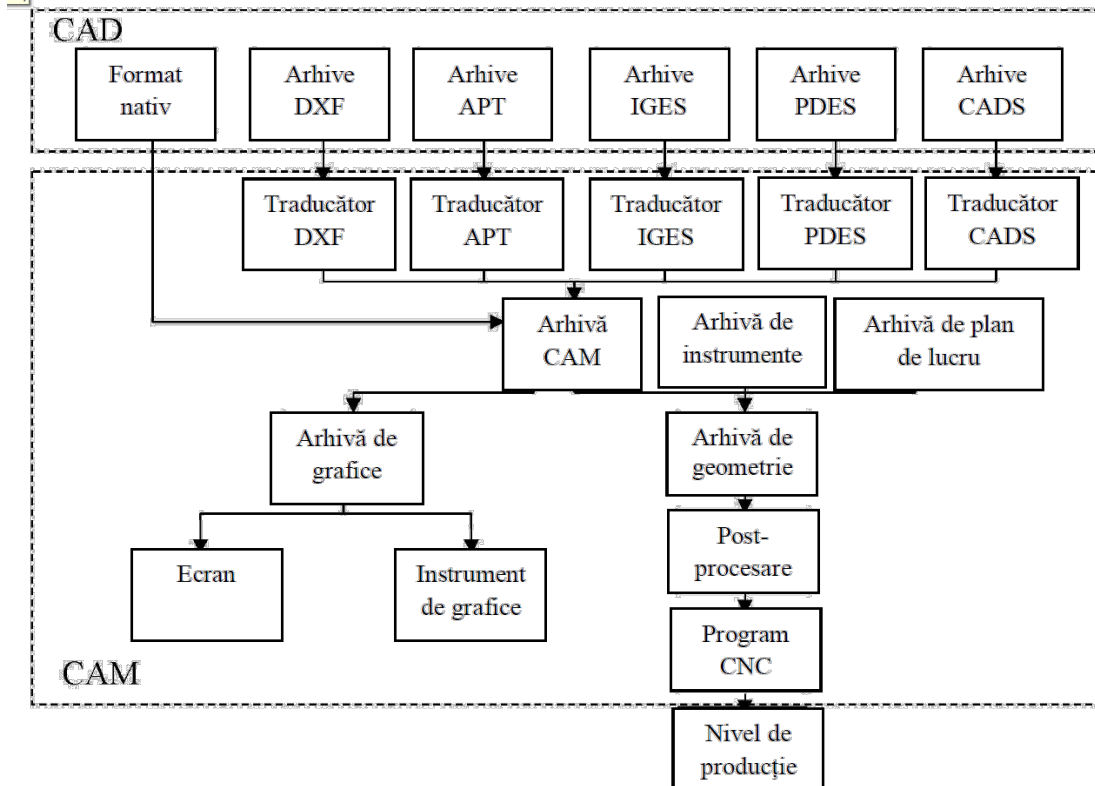
- PROIECTARE
- MODIFICARE
- DESENARE
- DECUPARE
- CREARE DE ȘABLOANE

CAM

- GENERARE PROGRAME NC
- TRANSFER PROGRAME
- SIMULARE TRAIECTORII
- SELECȚIE SCULE
- DETERMINARE SISTEM DE PRINDERE

SISTEME CAD-CAM (2)

- În figura de mai jos este prezentată interacțiunea dintre un sistem CAD și un sistem CAM în cadrul unui sistem CAD-CAM:



APLICAȚII ALE SISTEMELOR CAD-CAM

- Una dintre cele mai importante aplicații ale sistemelor CAD-CAM este realizarea rapidă a prototipurilor.
- Există mai multe tehnologii de proiectare rapidă a prototipurilor, printre care:
 - stereolitografia
 - sinterizarea laser selectivă
 - imprimarea 3D
 - modelarea prin extrudare termoplastică
 - fabricarea stratificată prin laminare
 - modelarea multijet

CONCLUZII



CONCLUZII

- ❑ Mașinile cu comandă numerică pot avea diferite funcționalități.
- ❑ Cele mai răspândite mașini cu comandă numerică sunt frezele și strungurile.
- ❑ Azi principiile controlului numeric sunt aplicate la o serie de noi echipamente cum ar fi imprimantele 3D.
- ❑ Codul G este limbajul folosit pentru programarea majorității mașinilor CNC.
- ❑ Sistemele CAD-CAM permit generarea automată a programului piesă folosind uneori tehnici specifice inteligenței artificiale.
- ❑ Chiar dacă generarea automată a codului G pentru realizarea unei piese reduce foarte mult efortul și timpul necesar programării, cunoașterea modului de programare este importantă pentru a putea optimiza codul.

VA URMA...



EXAMENUL ☺