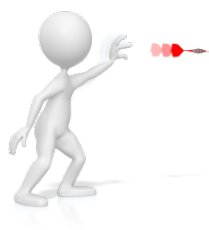


LUCRAREA NR. 3

PROGRAMAREA DEPLASĂRILOR CIRCULARE LA O FREZĂ CNC



Lucrarea are ca scop principal deprinderea modului de programare a deplasărilor circulare, în cazul unei freze cu comandă numerică.

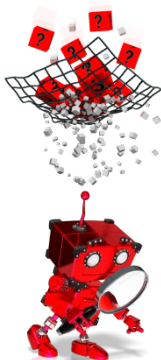


CE TREBUIE SĂ CUNOAȘTEM ?



Ce este mișcarea circulară?

Mișcarea circulară este acea mișcare ce descrie o linie curbă între două puncte: punctul inițial (cel din care începe mișcarea) și punctul final (cel în care se termină mișcarea).



Ce este cercul?

Cercul este mulțimea tuturor punctelor din plan, egal depărtate de un punct fix numit centru.

Raza cercului este distanța de la centrul cercului la oricare punct de pe cerc.

Diametrul cercului este segmentul care trece prin centrul cercului și unește două puncte de pe cerc.

Cadranele unui cerc sunt delimitate de sistemul rectangular cu originea în centrul cercului (vezi figura 3.1).



SENSUL DE MIȘCARE

Mișcarea pe un cerc se poate face:

- în sens orar sau sensul acelor de ceasornic,
- în sens antiorar sau sens trigonometric.

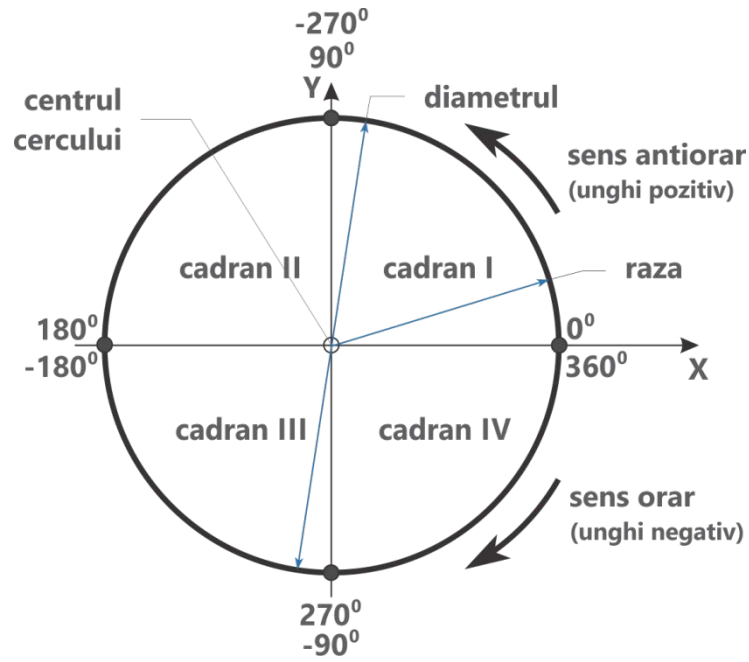


Figura 3.1 Cercul



Ce tipuri de mișcări circulare se întâlnesc la mașinile cu comandă numerică de tip freză?

În acord cu planul în care se realizează mișcarea, putem avea:

- mișcare circulară în planul XY (vezi figura 3.2) - este cel mai des întâlnită;
- mișcare circulară în planul XZ (vezi figura 3.3);
- mișcare circulară în planul YZ (vezi figura 3.4);
- mișcare elicoidală (vezi figura 3.5).

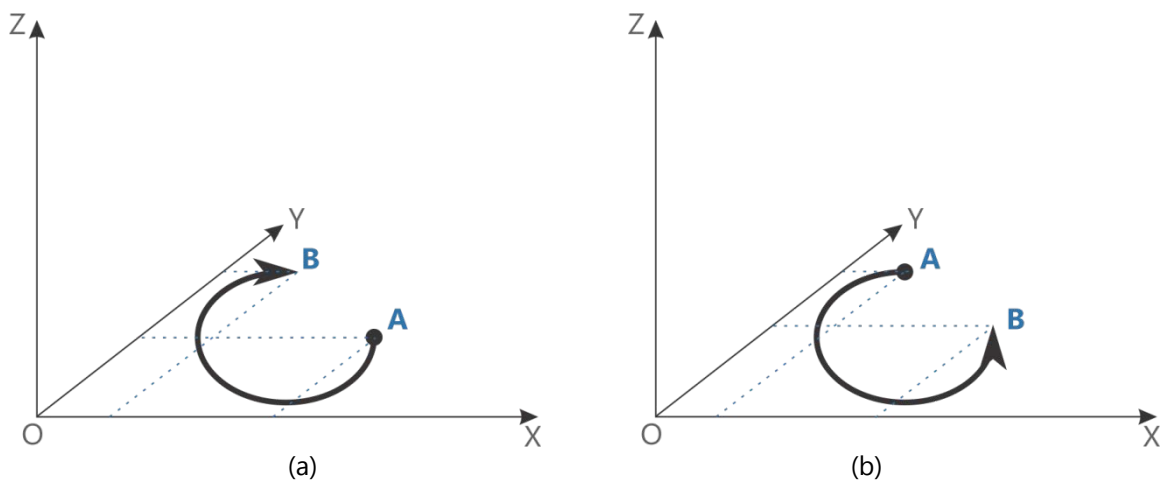


Figura 3.2 Mișcare circulară în planul XY: (a) în sens orar, (b) în sens antiorar

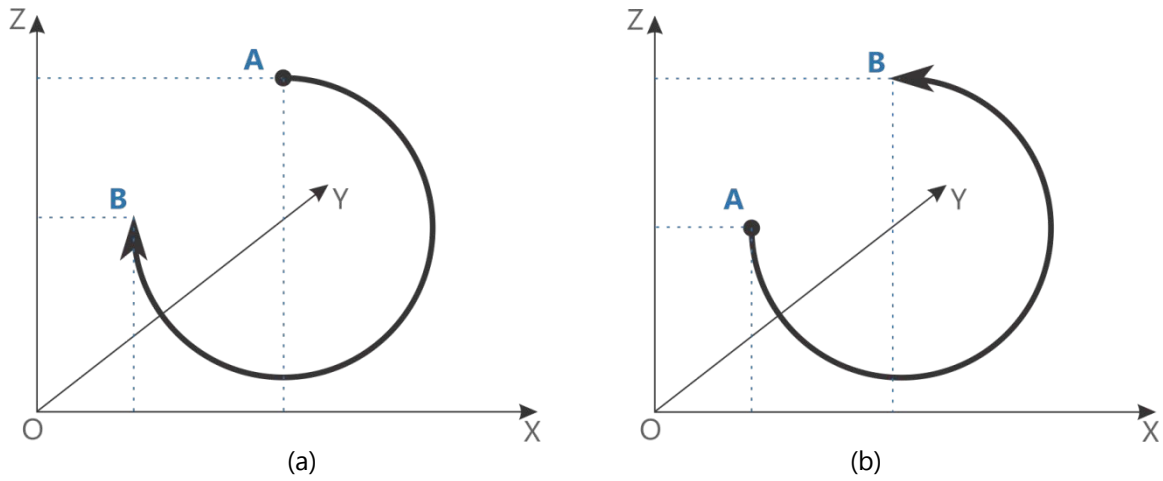


Figura 3.3 Mișcare circulară în planul XZ: (a) în sens orar, (b) în sens antiorar

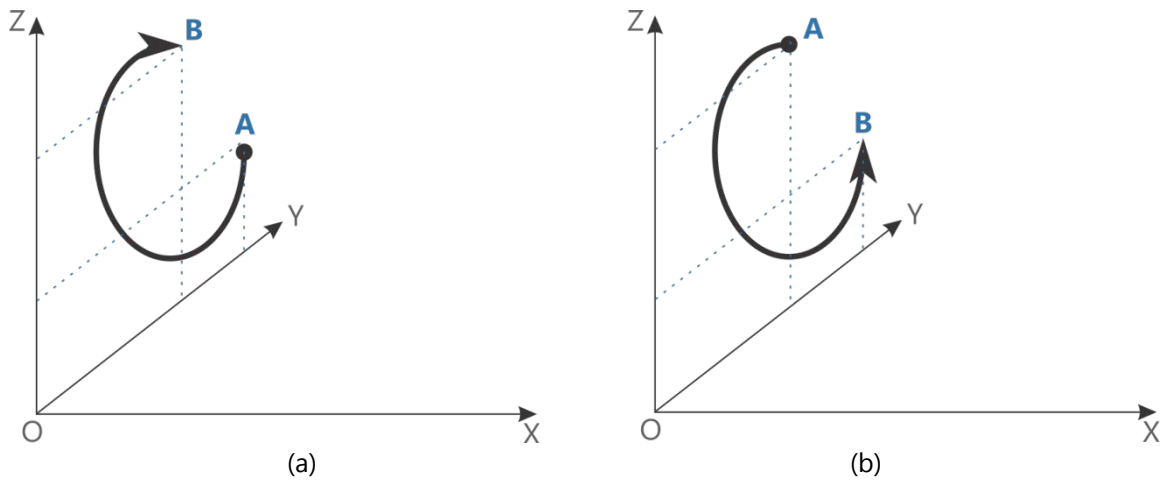


Figura 3.4 Mișcare circulară în planul YZ (a) în sens orar, (b) în sens antiorar

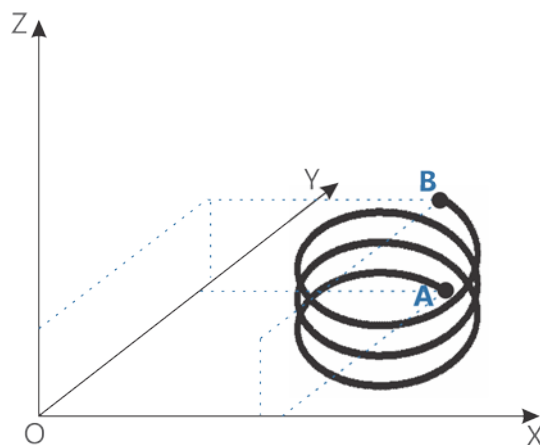
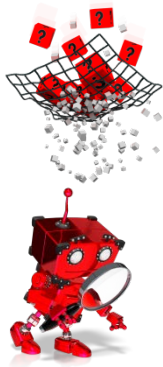


Figura 3.5 Mișcare elicoidală (mișcare circulară în planul XY, combinată cu mișcare liniară pe direcția axei Z)



MIȘCAREA ELICOIDALĂ – este o mișcare circulară într-un plan (XY,XZ,YZ), combinată cu o mișcare liniară pe direcția perpendiculară pe planul în care are loc mișcarea circulară (vezi exemplul din figura 3.5). Impropiu se mai numește mișcare circulară în spațiul 3D.



Ce comenzi se folosesc pentru programarea unei mișcări circulare la mașinile cu comandă numerică de tip freză?

Pentru programarea unei deplasări circulare între două puncte (punctul de start și punctul de final) se folosește comanda **G02** (pentru deplasare în sens orar) sau comanda **G03** (pentru deplasare în sens antiorar).

Programarea unei mișcări circulare se poate face fie specificând **R** (raza cercului), fie specificând parametrii **I, J, K**.

Așa cum am precizat anterior mișcarea circulară se realizează într-un plan, care trebuie să fie menționat în program.

Formatul comenzilor pentru deplasări circulare este:

-pentru planul XOY:

Sens orar		Sens antiorar	
R	IJK	R	IJK
G02 X.. Y.. R..	G02 X.. Y.. I.. J..	G03 X.. Y.. R..	G03 X.. Y.. I.. J..

-pentru planul XOZ:

Sens orar		Sens antiorar	
R	IJK	R	IJK
G02 X.. Z.. R..	G02 X.. Z.. I.. K..	G03 X.. Z.. R..	G03 X.. Z.. I.. K..

-pentru planul YOZ:

Sens orar		Sens antiorar	
R	IJK	R	IJK
G02 Y.. Z.. R..	G02 Y.. Z.. J.. K..	G03 Y.. Z.. R..	G03 Y.. Z.. J.. K..

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.



Cum se alege semnul plus sau minus pentru parametrii I, J, K?

În funcție de planul în care se realizează mișcarea, de cadranul în care are loc mișcarea, de sensul mișcării și de lungimea arcului de cerc (arc complet-arc la 90 de grade, arc parțial-arc cu un unghi mai mic de 90 de grade), semnul plus sau minus pentru parametrii I, J, K se alege conform figurilor 3.6, 3.7 și 3.8:

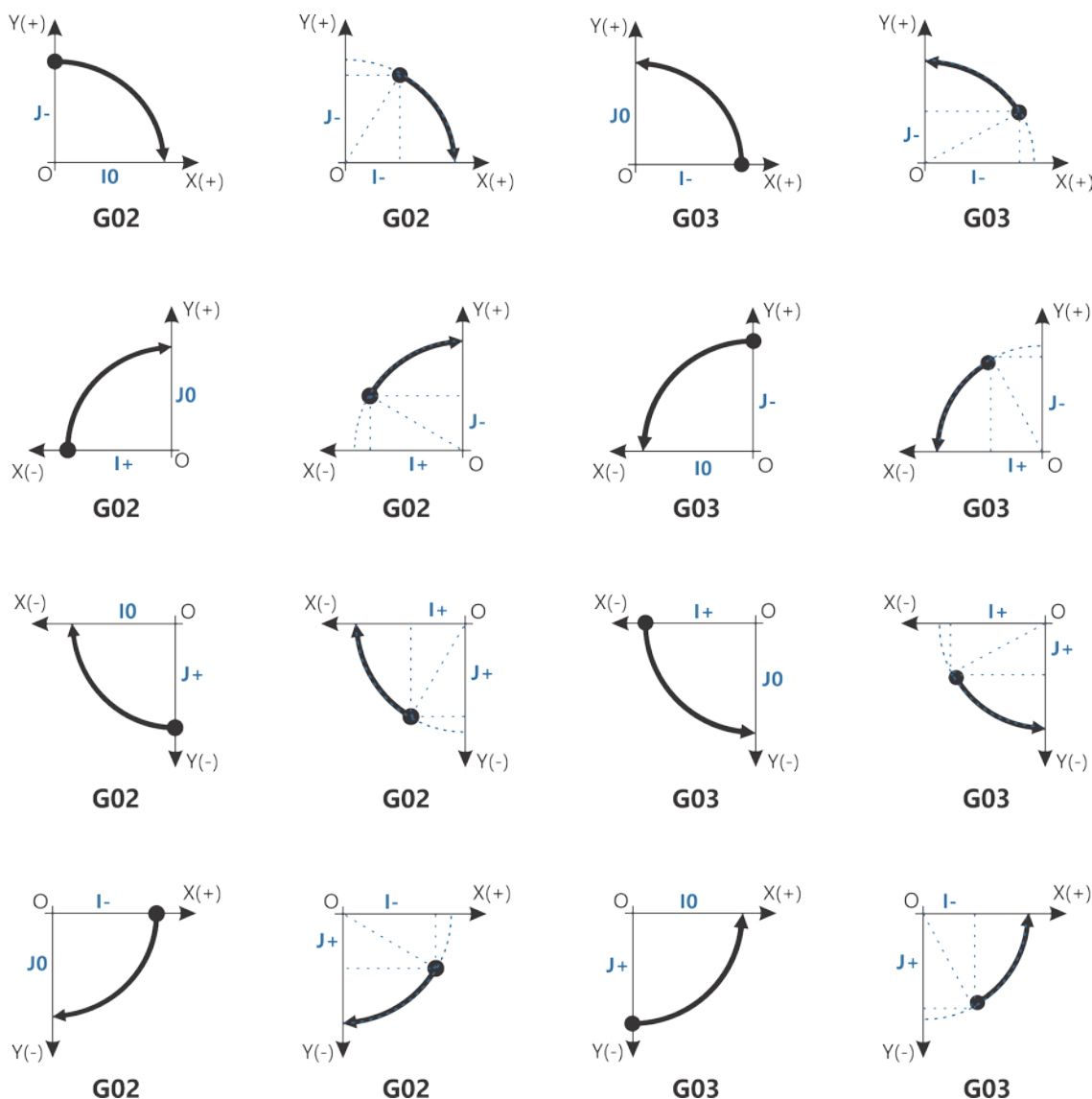


Figura 3.6 Alegerea semnului parametrilor I și J pentru planul XOY

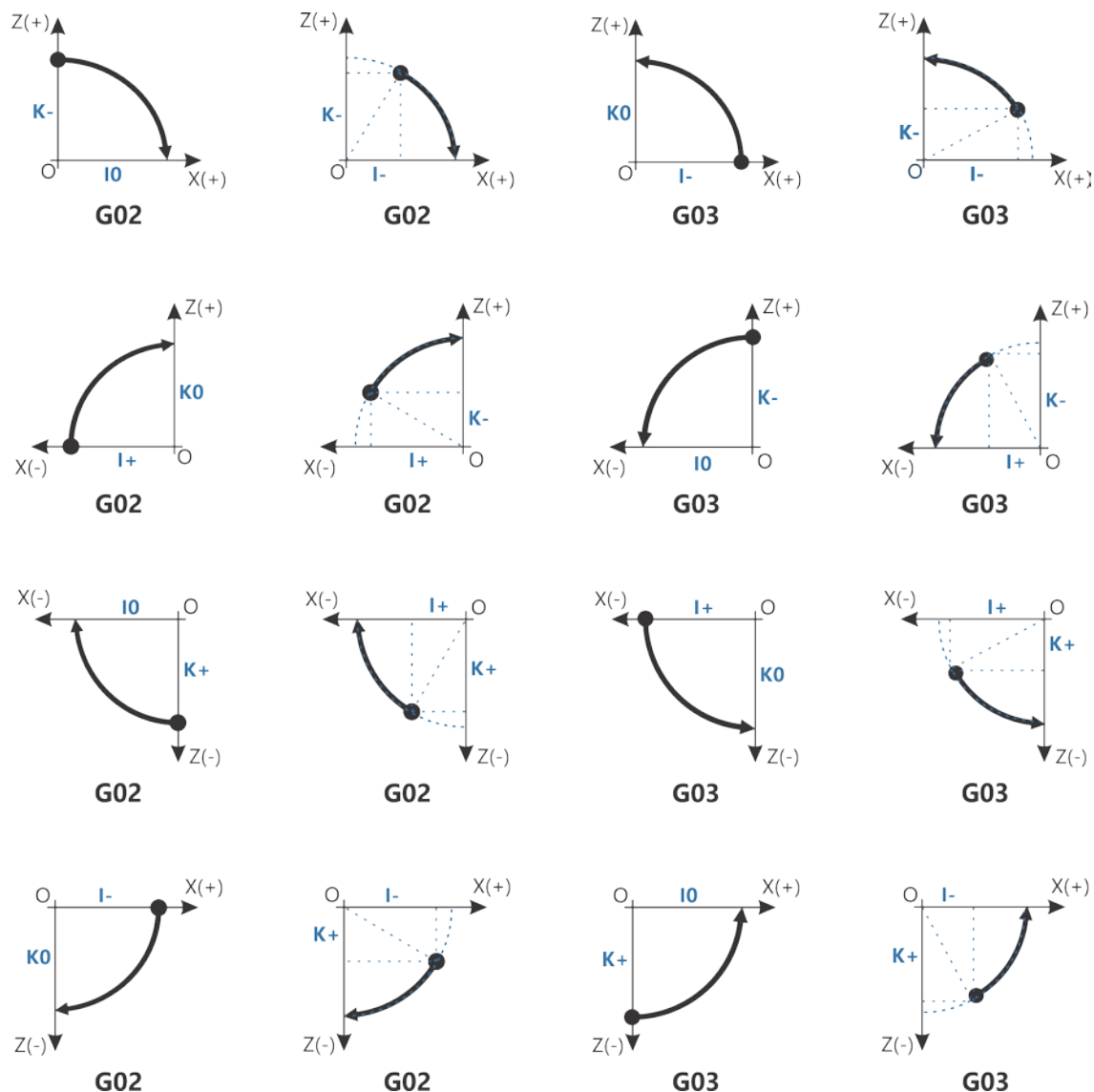


Figura 3.7 Alegerea semnului parametrilor I și K pentru planul XOZ



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.

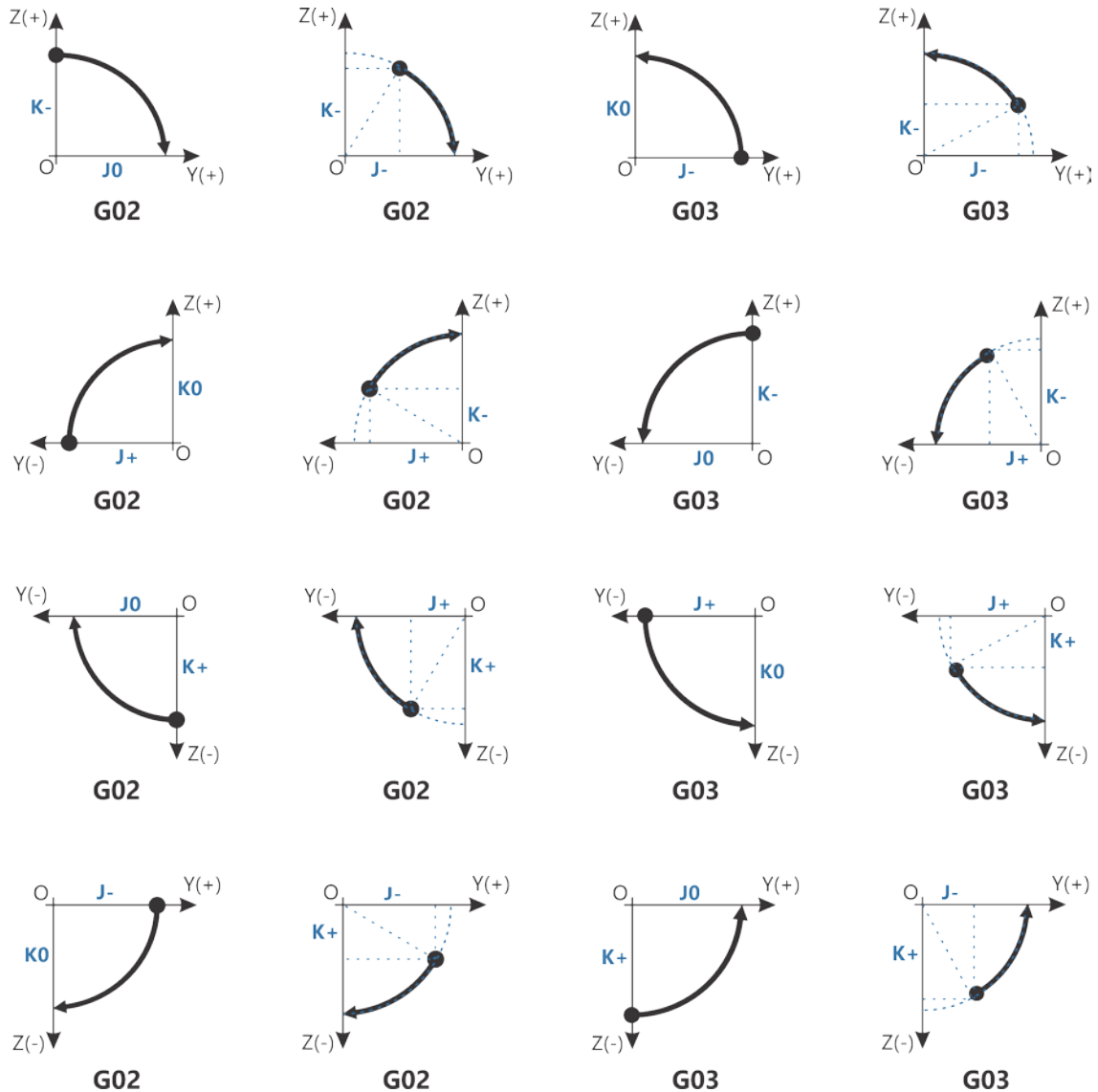


Figura 3.8 Alegerea semnului parametrilor J și K pentru planul YOZ



G02 și G03 – sunt comenzi modale.

În cazul controlerelor mai noi programarea deplasărilor circulare se poate face atât în varianta cu cod R, cât și în varianta cu coduri I, J și K.

În cazul controlerelor mai vechi programarea deplasărilor circulare se poate face numai în varianta cu coduri I, J și K.



Programarea unei mișcări circulare pe un cerc complet se face NUMAI folosind codurile I, J și K, 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.

EXEMPLUL 1

Se dorește determinarea secvenței de cod care să descrie traiectoria din figura 3.9. Punctul de start este A, iar cel final este C. Pentru a ajunge din punctul A în punctul C trebuie să se treacă prin punctul intermediar B și de asemenea încă o dată prin punctul C. Se consideră că unealta de frezare se găsește în punctul O. Se lucrează în coordonate absolute.

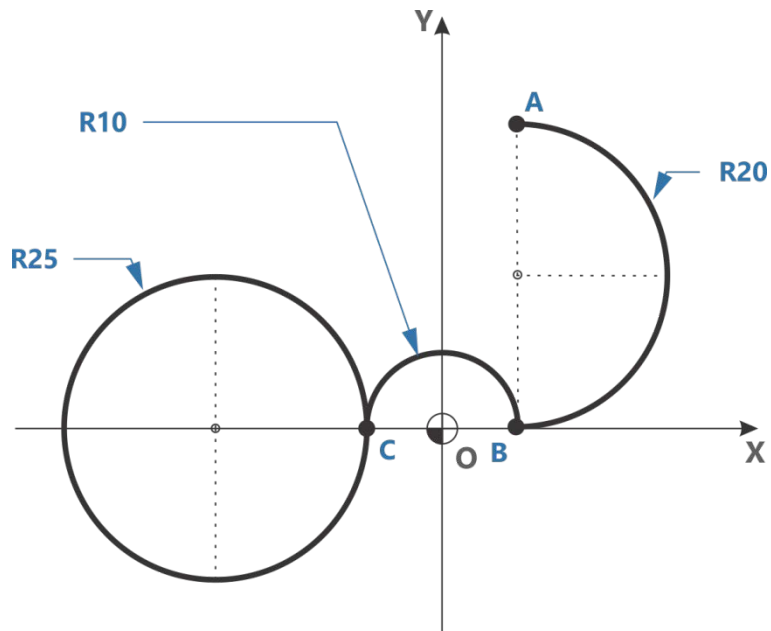


Figura 3.9 Exemplu de traiectorie curbilinie

Din analiza figurii 3.9, se poate observa că deplasarea între oricare două puncte, aflate pe traiectorie, se face folosind o mișcare circulară.

Există mai multe variante de programare a acestei traiectorii, prezentate mai jos. Pentru a putea simula secvențele este necesar să se facă câteva precizări:

- se va alege un material cu dimensiunile de 150 mm x 100 mm x 30 mm;
- punctul zero piesă se va alege în centrul piesei, la suprafața acesteia;
- se va programa în coordonate absolute;
- se va intra în piesă până la o adâncime de 5 mm (față de suprafața piesei);
- se va folosi o freză cilindro-frontală cu diametrul de 3 mm;
- se va folosi o viteză de rotație a frezei de 1000 rot/min;
- avansul va fi de 10 mm/min;
- arborele se va roti în sens orar.

Cele de mai sus se vor reflecta în secvența de cod următoare:

N1 G54 G90 T1 M03 F10 S1000

N2 G00 X0 Y0 Z5

N3 G00 X10 Y40 (mută freza în punctul A)

N4 G01 Z-5 (unealta de frezare va intra 5 mm în piesă)

Secvența de cod de mai sus va trebui să apară înaintea oricăreia dintre secvențele de program de mai jos.

Orice program trebuie să se încheie cu codul **M02** sau **M30**!

Varianta 1:

N5 G02 X10 Y0 I0 J-20 (mută freza în punctul B)

N6 G03 X-10 Y0 I-10 J0 (mută freza în punctul C)

N7 G03 X-10 Y0 I-25 J0 (mută freza în punctul C, după realizarea unui cerc complet)

Varianta 2:

N5 G02 X10 Y0 I0 J-20 (mută freza în punctul B)

N6 G03 X-10 Y0 I-10 J0 (mută freza în punctul C)

N7 G02 X-10 Y0 I-25 J0 (mută freza în punctul C, după realizarea unui cerc complet)

Varianta 3:

N5 G02 Y0 I0 J-20 (mută freza în punctul B)

N6 G03 X-10 I-10 J0 (mută freza în punctul C)

N7 G02 I-25 J0 (mută freza în punctul C, după realizarea unui cerc complet)

Varianta 4:

N5 G02 Y0 I0 J-20 (mută freza în punctul B)

N6 G03 X-10 I-10 J0 (mută freza în punctul C)

N7 G02 I-25 (mută freza în punctul C, după realizarea unui cerc complet)



Să se simuleze cele patru variante de cod folosind mediul EXSL-WIN. Ce comentarii puteți face?

Să se modifice în cazul variantei 4 linia **N6 G03 X-10 I-10 J0**, înlocuind-o cu linia **N6 G03 X-10 I-10**. Să se explice rezultatul.



Pentru interpretarea corectă a unui program de către controlerul unei freze cu comandă numerică este important să se precizeze dacă se lucrează în coordonate relative sau în coordonate absolute.

În continuare se prezintă sub formă de exemplu, modul de programare a traiectoriei ilustrate în figura 3.9, dacă se lucrează în coordonate relative.



Se dorește determinarea secvenței de cod care să descrie traiectoria din figura 3.9, folosind coordonate relative. Punctul de start este A, iar cel final este C. Pentru a ajunge din punctul A în punctul C trebuie să se treacă prin punctul intermediar B și de asemenea încă o dată prin punctul C. Se consideră că unealta de frezare se găsește în punctul O.

Există mai multe variante de programare a acestei traiectorii, prezentate mai jos. Pentru a putea simula secvențele este necesar să se facă câteva precizări:

- se va alege un material cu dimensiunile 150 mm x 100 mm x 30 mm;
- punctul zero piesă se va alege în centrul piesei, la suprafața acesteia;
- se va programa în coordonate relative;
- se va intra în piesă până la o adâncime de 5 mm (față de suprafața piesei);
- se va folosi o freză cilindro-frontală cu diametrul de 3 mm;
- se va folosi o viteză de rotație a sculei de 1000 rot/min;
- avansul va fi de 10 mm/min;
- arborele se va roti în sens orar.

Cele de mai sus se vor reflecta în secvența de cod următoare:

N1 G54 G90 T1 M03 F10 S1000

N2 G00 X0 Y0 Z5

N3 G91

N4 G00 X10 Y40

N5 G01 Z-10 (freza în punctul A la o adâncime de 5 mm față de suprafața piesei)

Secvența de cod de mai sus va trebui să apară înaintea oricăreia dintre secvențele de program de mai jos.

Orice program trebuie să se încheie cu codul **M02** sau **M30**.

Secvențele de cod sunt prezentate mai jos:

Varianta 1:

N6 G02 X0 Y-40 I0 J-20 (mută freza în punctul B)

N7 G03 X-20 Y0 I-10 J0 (mută freza în punctul C)

N8 G03 X0 Y0 I-25 J0 (mută freza în punctul C după realizarea unui cerc complet)

Varianta 2:

N6 G02 X0 Y-40 I0 J-20 (mută freza în punctul B)

N7 G03 X-20 Y0 I-10 J0 (mută freza în punctul C)

N8 G02 X0 Y0 I-25 J0 (mută freza în punctul C după realizarea unui cerc complet)

Varianta 3:

N6 G02 Y-40 I0 J-20 (mută freza în punctul B)
N7 G03 X-20 I-10 J0 (mută freza în punctul C)
N8 G02 I-25 J0 (mută freza în punctul C după realizarea unui cerc complet)

Varianta 4:

N6 G02 Y-40 I0 J-20 (mută freza în punctul B)
N7 G03 X-20 I-10 J0 (mută freza în punctul C)
N8 G02 I-25 (mută freza în punctul C după realizarea unui cerc complet)



Să se simuleze cele patru variante de cod folosind mediul EXSL-WIN.



*Folosirea comenzii **G00** trebuie făcută cu precauție și numai atunci când există certitudinea că nu sunt obstacole între punctul curent și cel în care se dorește să se ajungă!*

**APLICAȚII****APLICAȚIA 1**
Programarea deplasărilor circulare când originea sistemului de coordonate este în centrul de simetrie al piesei


Se consideră desenul din figura 3.10, care trebuie gravat pe o placă de aluminiu cu lungimea de 100 mm, lățimea de 100 mm și grosimea de 10 mm. Adâncimea de gravare va fi de 5 mm și se poate obține printr-o singură trecere. Se va folosi o unealtă de frezare cu $\varnothing 5$ mm.

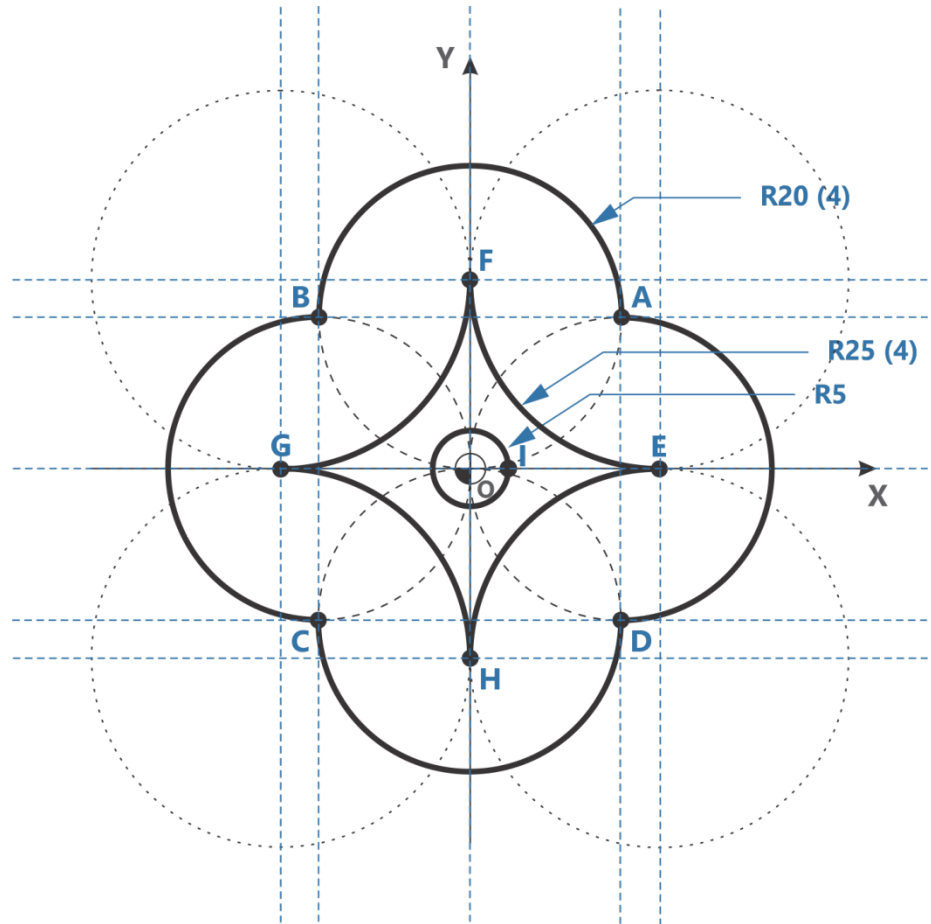


Figura 3.10 Contuurile care trebuie gravate



Cerința 1: Să se calculeze coordonatele fiecărui punct marcat pe desen, dacă se consideră că se lucrează în coordonate absolute și să se completeze tabelul de mai jos:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X									
Y									

Cerința 2: Să se scrie un program care să realizeze gravarea desenului din figura 3.10. Se va trece prin punctele marcate pe desen respectând următoarele secvențe A->B->C->D->A, E->F->G->H->E, I->I. Se va programa în coordonate absolute.

Cerința 3: Să se calculeze coordonatele fiecărui punct marcat pe desen, dacă se consideră că se lucrează în coordonate relative și se parcurg secvențele A->B->C->D->A, E->F->G->H->E, I->I. Să se completeze tabelele de mai jos:

	O->A	A->B	B->C	C->D	D->A
X					
Y					

	A->E	E->F	F->G	G->H	H->E
X					
Y					

	E->I	I->I	I->O
X			
Y			

Cerința 4: Să se scrie un program care să realizeze gravarea desenului din figura 3.10. Se va trece prin punctele marcate pe desen respectând următoarele secvențe A->B->C->D->A, E->F->G->H->E, I->I. Se va programa în coordonate relative.

APLICAȚIA 2

Programarea deplasărilor circulare când originea sistemului de coordonate nu este în centrul de simetrie al piesei



Se consideră desenul din figura 3.11, care trebuie gravat pe o placă de aluminiu cu lungimea de 100 mm, lățimea de 100 mm și grosimea de 10 mm. Adâncimea de gravare va fi de 6 mm. Se va folosi pentru gravare o freză cu diametrul de 5 mm. Partea așchietoare a frezei are lungimea de 3 mm.



Pentru realizarea adâncimii de gravare, va fi necesară parcurgerea contururilor de două ori.

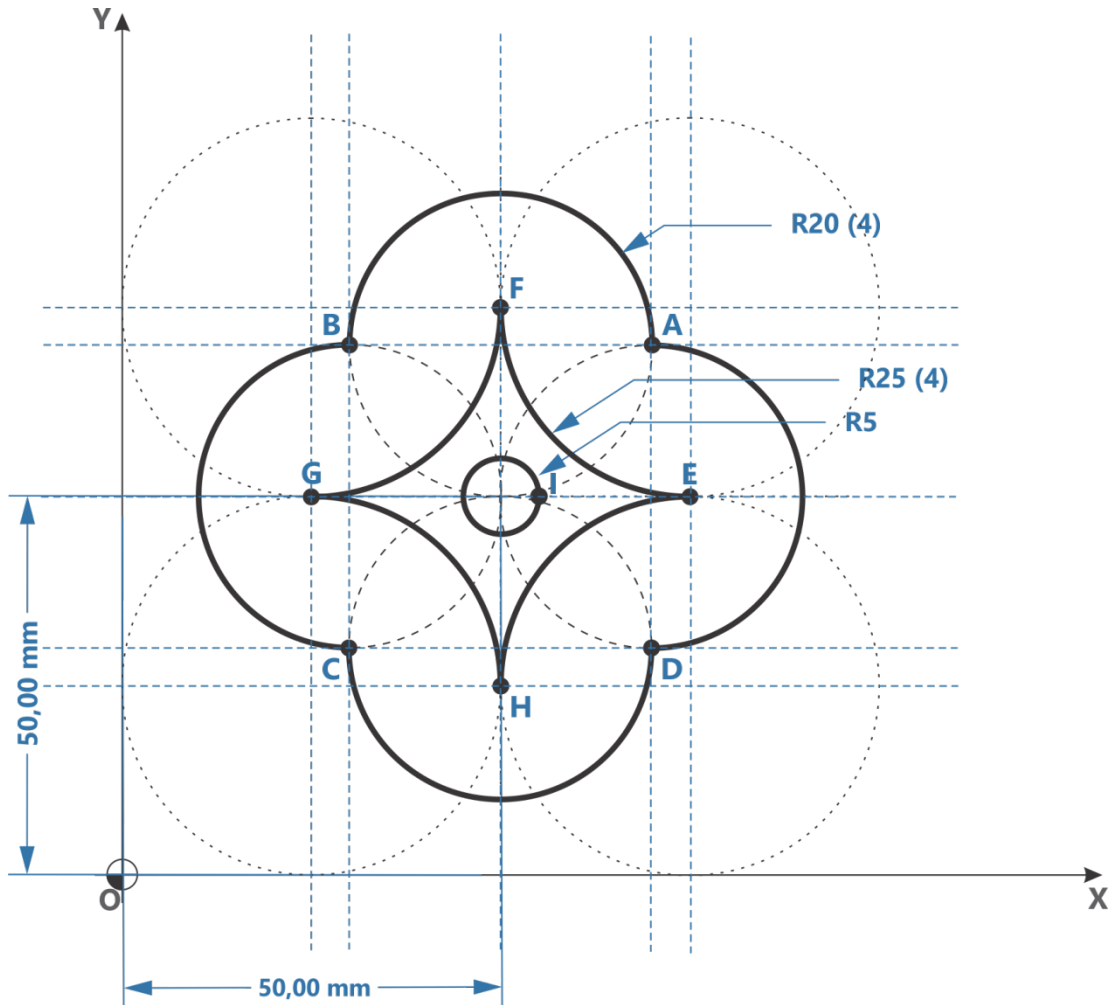


Figura 3.11 Contururile care trebuie gravate



Ceriința 1: Să se calculeze coordonatele fiecărui punct marcat pe desen, dacă se consideră că se lucrează în coordonate absolute și să se completeze tabelul de mai jos:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X									
Y									

Ceriința 2: Să se scrie un program care să realizeze gravarea desenului din figura 3.11. Se va trece prin punctele marcate pe desen respectând următoarele secvențe: A->B->C->D->A, E->F->G->H->E, I->I. Se va programa în coordonate absolute.

Ceriința 3: Să se calculeze coordonatele fiecărui punct marcat pe desen, dacă se consideră că se lucrează în coordonate relative și se parcurg secvențele A->B->C->D->A, E->F->G->H->E, I->I. Să se completeze tabelele de mai jos:

	O->A	A->B	B->C	C->D	D->A
X					
Y					

	A->E	E->F	F->G	G->H	H->E
X					
Y					

	E->I	I->I	I->O
X			
Y			

Cerința 4: Să se scrie un program care să realizeze gravarea desenului din figura 3.11. Se va trece prin punctele marcate pe desen respectând următoarele secvențe: A->B->C->D->A, E->F->G->H->E, I->I. Se va programa în coordonate relative.



Nr.	Enunț	Răspuns	
		A	F
1.	Comanda G02 este folosită pentru deplasări liniare.		
2.	Comanda G03 este o comandă modală.		
3.	Comanda G02 este o comandă nemodală.		
4.	Parametrii X, Y și Z, folosiți într-o comandă G03 își păstrează valorile și în liniile următoare de program, dacă nu se precizează explicit alte valori.		
5.	Într-un bloc G02 pot exista mai mulți parametri X.		
6.	Parametrii I, J și K, folosiți într-o comandă G02 nu își păstrează valorile și în linia următoare de program care conține o comandă G02, decât dacă se precizează explicit valorile acestora.		
7.	Codul G02 este folosit pentru deplasări circulare în sens orar.		
8.	Codurile G02 și G03 pot să apară în aceeași linie de program.		
9.	Programarea în coordonate relative impune ca fiecare punct de pe o traiectorie să fie calculat relativ la punctul anterior.		
10.	Pentru a programa în coordonate relative, codul G91 poate fi adăugat oriunde în program.		



Problema	Puncte	Total
Exemplul 1	4 x 0,25	1
Exemplul 2	4 x 0,25	1
Aplicația 1	4 x 1	4
Aplicația 2	4 x 1	4
Test	1	1

