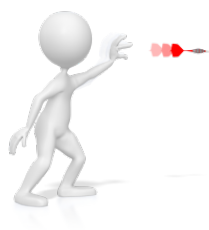


LUCRAREA NR. 2

PROGRAMAREA DEPLASĂRILOR LINIARE LA O FREZĂ CNC



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



CE TREBUIE SĂ CUNOAȘTEM ?



Ce este mișcarea liniară?

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



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

În acord cu numărul de axe pe care se realizează simultan mișcarea, putem avea:

- mișcare liniară pe o singură axă (vezi figura 2.1);
- mișcare liniară interpolată pe două axe (mișcare într-un plan) (vezi figura 2.2);
- mișcare liniară interpolată pe 3 axe (vezi figura 2.3).

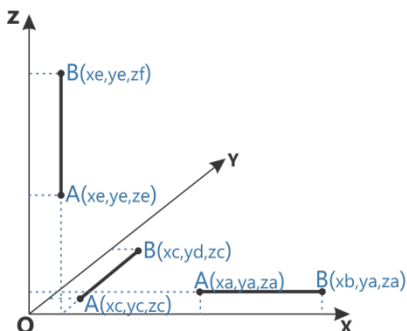


Figura 2.1 Mișcare liniară pe o singură axă

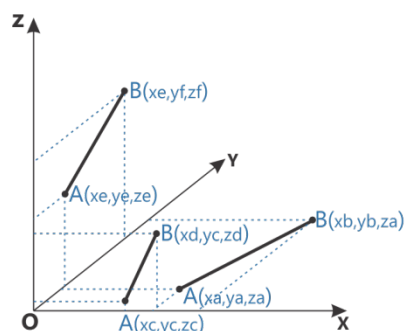


Figura 2.2 Mișcare liniară interpolată pe două axe (în plan)

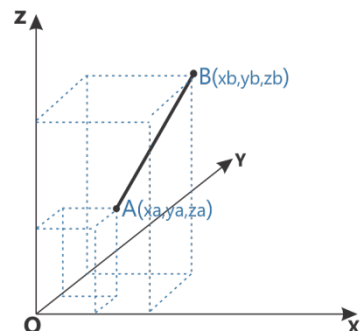
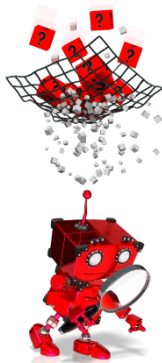


Figura 2.3 Mișcare liniară interpolată pe 3 axe (în spațiu)



Care este diferența între coordonatele absolute și coordonatele relative sau incrementale?

În cazul coordonatelor absolute, pentru fiecare punct de pe o traiectorie, coordonatele sale sunt calculate relativ la punctul de start (origine) (vezi figura 2.4).

În cazul coordonatelor relative, pentru fiecare punct de pe o traiectorie coordonatele sale sunt calculate relativ la punctul anterior, care devine origine pentru punctul curent (vezi figura 2.5).

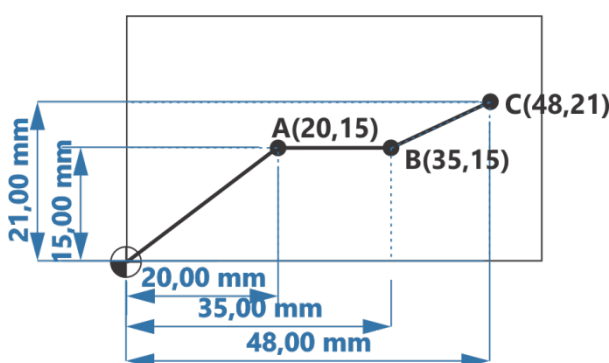


Figura 2.4 Folosirea coordonatelor absolute

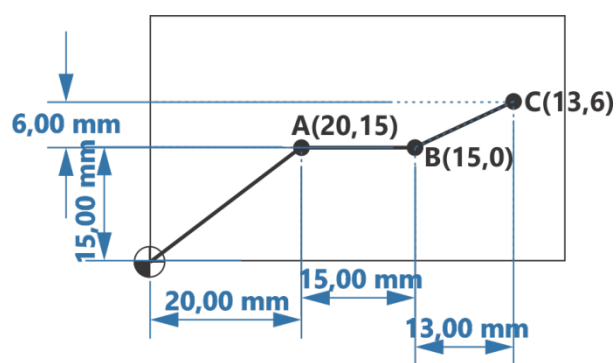
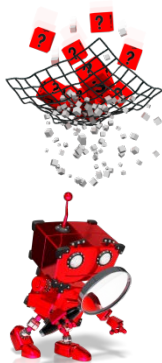


Figura 2.5 Folosirea coordonatelor relative



Folosirea coordonatelor relative sau incrementale poate duce la propagarea erorilor de poziționare!



Ce comandă se folosește pentru programarea unei mișcări liniare la mașinile cu comandă numerică de tip freză?

Pentru programarea unei deplasări liniare între două puncte (punctul de start și punctul de final) se folosește comanda **G01**.

Formatul complet al acestei comenzi este:

G01 X.. Y.. Z.. F..

unde:

X.. - coordonata X a punctului final;

Y.. - coordonata Y a punctului final;

Z.. - coordonata Z a punctului final;

F.. - avansul.



CODURILE PREGĂTITOARE – sunt acele coduri care apar de obicei într-un program înainte de a descrie traiectoria efectivă a sculei.

De exemplu:

- codul **G90** este folosit pentru a informa controlerul că se lucrează în coordonate absolute;
- codul **G91** este folosit pentru a informa controlerul că se lucrează în coordonate relative sau incrementale;
- codul **T..** este folosit pentru a preciza scula cu care se va freza;
- codul **G20** este folosit pentru a preciza că valorile introduse sunt exprimate în inci;
- codul **G21** este folosit pentru a preciza că valorile introduse sunt exprimate în mm;
- codul **M03** este folosit pentru a preciza că rotirea arborelui se face în sens orar;
- codul **M04** este folosit pentru a preciza că rotirea arborelui se face în sens antiorar;
- codul **M02** sau codul **M30** se folosește ca ultim bloc într-un program și semnifică sfârșitul programului;
- codul **G17** este folosit pentru selecția planului XY;
- codul **G18** este folosit pentru selecția planului XZ;
- codul **G19** este folosit pentru selecția planului YZ.



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.



Ce este avansul (F)?

Avansul reprezintă viteza cu care freza se deplasează în material pentru a realiza operația de frezare.

Avansul se exprimă în general, în cazul frezelor, în mm/min sau inch/min și depinde de: viteza de rotație a arborelui, avansul pe muchie așchietoare (parametru dat de producătorul frezei), numărul de muchii așchietoare ale frezei, materialul în care are loc frezarea, etc.



Ce este deplasarea rapidă?



Deplasarea rapidă este utilizată în general pentru a deplasa unealta de frezare între două puncte, fără ca aceasta să intre în material. Deplasarea rapidă se programează folosind comanda **G00**. Formatul complet al acestei comenzi este:

G00 X.. Y.. Z..

unde:

X.. - coordonata X a punctului final;

Y.. - coordonata Y a punctului final;

Z.. - coordonata Z a punctului final.



Diferența majoră între comanda **G00** și **G01**, constă în faptul că spre deosebire de comanda **G01**, în cazul căreia deplasarea este întotdeauna liniară, în cazul comenzii **G00**, mișcarea pe fiecare axă se face cu viteza maximă posibilă (limitată din controlerul mașinii), astfel încât traiectoria nu este întotdeauna o linie dreaptă.



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!

EXEMPLUL 1

Se dorește determinarea secvenței de cod care să descrie traiectoria din figura 2.6. Punctul de start este O, iar cel final este C. Pentru a ajunge din punctul O în punctul C trebuie să se treacă prin punctele intermediare A și B. Se consideră că unealta de frezare se găsește în punctul O. Se lucrează în coordonate absolute.

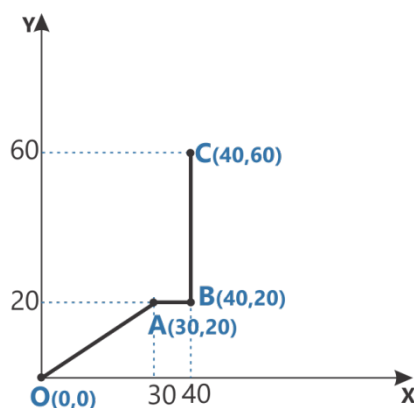


Figura 2.6 Exemplu de traiectorie liniară

Din analiza figurii 2.6, se poate observa, că deplasarea între oricare două puncte aflate pe traiectorie se face folosind o mișcare liniară.

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 100 mm x 100 mm x 30 mm;
- punctul zero piesă se va alege în colțul stânga jos, la suprafața piesei;
- se va intra în piesă până la o adâncime de 5 mm (Z=-5);
- 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 G01 Z-5

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:

N4 G01 X30 Y20 Z-5 F10 (mută freza în punctul A)
N5 G01 X40 Y20 Z-5 F10 (mută freza în punctul B)
N6 G01 X40 Y60 Z-5 F10 (mută freza în punctul C)

Varianta 2:

N4 G01 X30 Y20 Z-5 F10 (mută freza în punctul A)
N5 G01 X40 F10 (mută freza în punctul B)
N6 G01 Y60 F10 (mută freza în punctul C)

Varianta 3:

N4 G01 X30 Y20 Z-5 F10 (mută freza în punctul A)
N5 G01 X40 (mută freza în punctul B)
N6 G01 Y60 (mută freza în punctul C)

Varianta 4:

N4 G01 X30 Y20 (mută freza în punctul A)
N5 X40 (mută freza în punctul B)
N6 Y60 (mută freza în punctul C)



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

În urma testării celor 4 variante de program se va constata că rezultatul este același. Acest lucru se datorează faptului că unele comenzi sunt modale.



COMANDA MODALĂ - este acea comandă care își păstrează semnificația pe mai multe linii, până când se întâlnește o altă comandă care-i poate altera semnificația.

De exemplu, G01 (deplasare liniară), anulează comanda G00 (deplasare rapidă).

Analizând cele 4 variante de program, se constată că există posibilitatea definirii o singură dată a avansului F, valoarea acestuia păstrându-se la toate deplasările liniare, până când se va preciza explicit o altă valoare.

În continuare se prezintă sub formă de exemplu, modul de programare a traiectoriei descrise în figura 2.6, dacă se lucrează în coordonate relative.



Se dorește determinarea secvenței de cod care să descrie traiectoria din figura 2.6. exprimată în coordonate relative.

Așa cum am precizat anterior, în cazul coordonatelor relative, coordonatele fiecărui punct se calculează relativ la punctul anterior, care are rol de origine. Pentru a determina corect coordonatele fiecărui punct este nevoie să găsim răspunsul la următoarea întrebare: *Cu cât trebuie să se deplaseze unealta de frezare pe o anumită axă din punctul curent pentru a ajunge în punctul următor pe traiectorie?*

Valorile care trebuie transmise ca parametrii în codul **G01** se determină astfel:

- pentru X: *coordonata pe X a punctului țintă minus coordonata pe X a punctului curent (cel din care se inițiază deplasarea);*
- pentru Y: *coordonata pe Y a punctului țintă minus coordonata pe Y a punctului curent (cel din care se inițiază deplasarea);*
- pentru Z: *coordonata pe Z a punctului țintă minus coordonata pe Z a punctului curent (cel din care se inițiază deplasarea).*

Pentru a ajunge din originea (O), în punctul (A), trebuie să ne deplasăm pe X cu 30 (30-0), iar pe Y cu 20 (20-0).

Pentru a ajunge din punctul (A), în punctul (B), trebuie să ne deplasăm pe X cu 10 (40-30), iar pe Y cu 0 (20-20).

Pentru a ajunge din punctul (B), în punctul (C), trebuie să ne deplasăm pe X cu 0 (40-40), iar pe Y cu 40 (60-20).

Secvențele de cod sunt prezentate mai jos.

Pentru a putea simula secvențele este necesar să se facă câteva

precizări:

- se va alege un material cu dimensiunile 100 mm x 100 mm x 30 mm;
- punctul zero piesă se va alege în colțul stânga jos, la suprafața piesei;
- se va lucra în coordonate relative;
- se va intra în piesă până la o adâncime de 5 mm (Z=-5);
- 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 T1 M03 F10 S1000  
N2 G00 X0 Y0 Z5  
N3 G01 Z-5  
N4 G91
```

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 G01 X30 Y20 Z0 F10 (mută freza în punctul A)  
N6 G01 X10 Y0 Z0 F10 (mută freza în punctul B)  
N7 G01 X0 Y40 Z0 F10 (mută freza în punctul C)
```

Varianta 2:

```
N5 G01 X30 Y20 Z0 F10 (mută freza în punctul A)  
N6 G01 X10 F10 (mută freza în punctul B)  
N7 G01 Y40 F10 (mută freza în punctul C)
```

Varianta 3:

```
N5 G01 X30 Y20 Z0 F10 (mută freza în punctul A)  
N6 G01 X10 (mută freza în punctul B)  
N7 G01 Y40 (mută freza în punctul C)
```

Varianta 4:

```
N5 G01 X30 Y20 Z0 F10 (mută freza în punctul A)  
N6 X10 (mută freza în punctul B)  
N7 Y40 (mută freza în punctul C)
```



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

EXEMPLUL 3



Se dau secvențele de cod de mai jos:

```
N4 G01 X20 Y30    N4 G01 X20    N4 G01 X20 Y30 X30 Y10
N5 G01 X30 Y10    N5 G01 Y30
N6 G01 X30 Y10
```

Să se simuleze secvențele de cod prezentate mai sus și să se analizeze rezultatele obținute, considerând că:

- se va alege un material cu dimensiunile 100 mm x 100 mm x 30 mm;
- punctul zero piesă se va alege în colțul stânga jos, la suprafața piesei;
- se va lucra în coordonate absolute;
- se va intra în piesă până la o adâncime de 5 mm (Z=-5);
- 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 G01 Z-5
```

Secvența de cod de mai sus va trebui să apară înaintea oricăreia dintre secvențele propuse spre simulare. Orice program trebuie să se încheie cu codul **M02** sau **M30**.

Ce concluzii puteți trage din analiza rezultatelor simulării?



APLICAȚII

APLICAȚIA 1

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



Se consideră desenul din figura 2.7, 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 freză cu Ø5 mm.

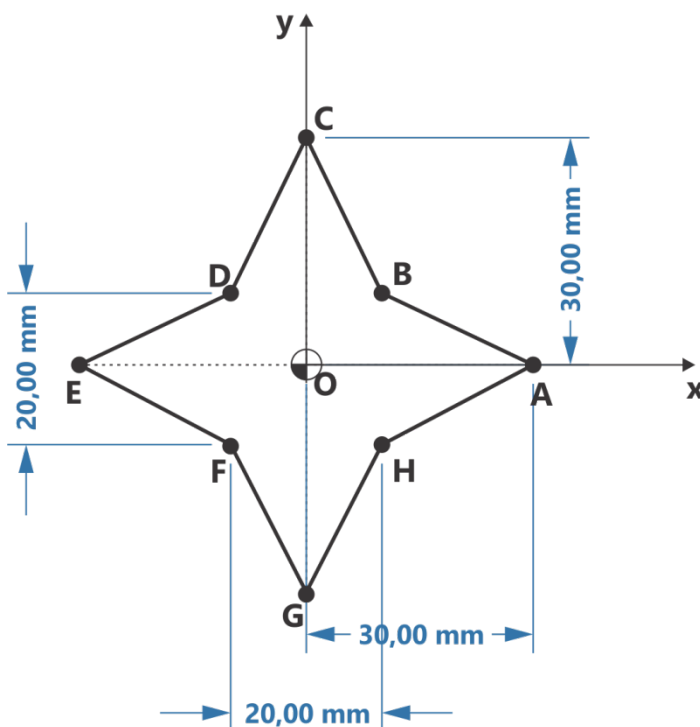


Figura 2.7 Desenul de gravat folosind mișcări liniare



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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | | | | | | | | |
| Y | | | | | | | | |

Cerința 2: Să se scrie un program care să realizeze gravarea desenului din figura 2.7. Se va trece prin punctele marcate pe desen respectând următoarea secvență A->B->C->D->E->F->G->H->A.

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 parcurge secvența O->A->B->C->D->E->F->G->H->A. Să se completeze tabelul de mai jos:

| | O->A | A->B | B->C | C->D | D->E | E->F | F->G | G->H | H->A |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | | | | | | | | | |
| Y | | | | | | | | | |

Cerința 4: Să se scrie un program care să realizeze gravarea desenului din figura 2.7. Se va trece prin punctele marcate pe desen respectând următoarea secvență A->B->C->D->E->F->G->H->A.

Se va programa în coordonate relative.

APLICAȚIA 2**Programarea deplasărilor liniare când originea sistemului de coordonate nu este în centrul de simetrie al piesei**

Se consideră desenul din figura 2.8, 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 4 mm. Partea așchietoare a frezei are lungimea de 3 mm.



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

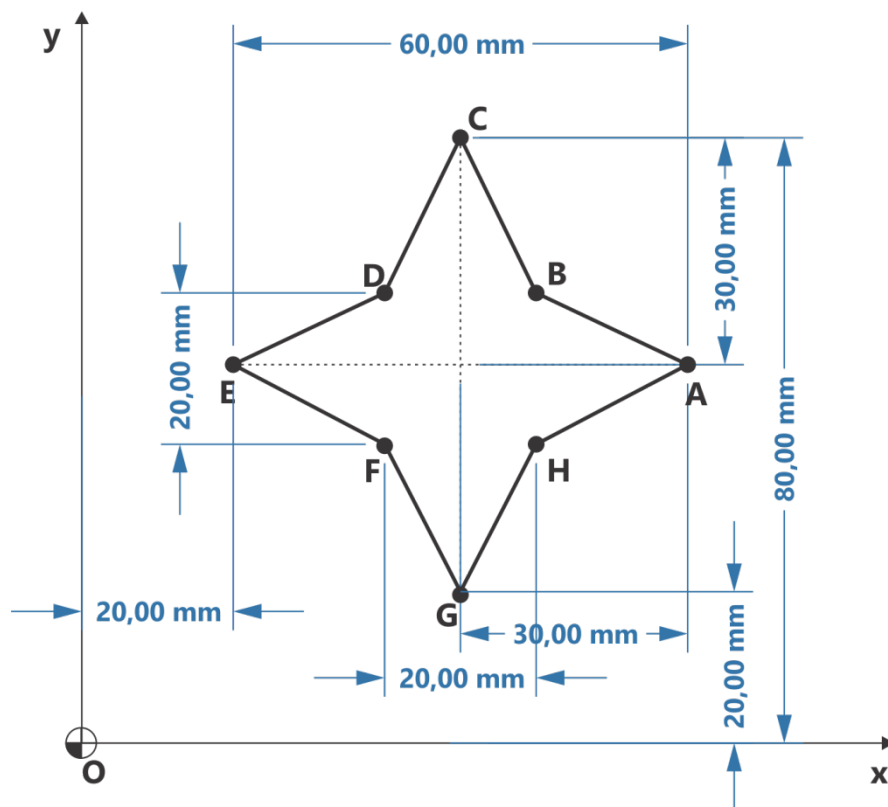


Figura 2.8 Desenul de gravat folosind mișcări liniare



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 |
| X | | | | | | | | |
| Y | | | | | | | | |

Cerința 2: Să se scrie un program care să realizeze gravarea desenului din figura 2.7. Se va trece prin punctele marcate pe desen respectând următoarea secvență A->B->C->D->E->F->G->H->A. 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 parcurge secvența O->A->B->C->D->E->F->G->H->A. Să se completeze tabelul de mai jos:

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | O->A | A->B | B->C | C->D | D->E | E->F | F->G | G->H | H->A |
| X | | | | | | | | | |
| Y | | | | | | | | | |

Cerința 4: Să se scrie un program care să realizeze gravarea desenului din figura 2.7. Se va trece prin punctele marcate pe desen respectând următoarea secvență A->B->C->D->E->F->G->H->A. Se va programa în coordonate relative.



| Nr. | Enunț | Răspuns | |
|-----|--|---------|---|
| | | A | F |
| 1. | Comanda G00 este folosită pentru deplasări liniare. | | |
| 2. | Avansul F este o comandă modală. | | |
| 3. | Comanda G01 este o comandă nemodală. | | |
| 4. | Parametrii X, Y și Z, folosiți într-o comandă G01 își păstrează valorile și în liniile următoare de program, dacă nu se precizează explicit alte valori. | | |
| 5. | Într-un bloc G01 pot exista mai mulți parametri X. | | |
| 6. | Comanda G01 nu asigură întotdeauna o deplasare liniară. | | |
| 7. | Codul T este folosit pentru a preciza ce unealtă de frezare se folosește. | | |
| 8. | Folosirea coordonatelor absolute poate duce la propagarea erorilor de poziționare. | | |
| 9. | Programarea în coordonate relative impune ca toate punctele de pe o traiectorie să fie calculate relativ la același punct fix numit origine. | | |
| 10. | Pentru pornirea arborelui care rotește unealta de frezare, în sens orar, se folosește codul M04. | | |



| Problema | Puncte | Total |
|-------------|----------|-------|
| Exemplul 1 | 4 x 0,2 | 0,8 |
| Exemplul 2 | 4 x 0,2 | 0,8 |
| Exemplul 3 | 3 x 0,13 | 0,4 |
| Aplicația 1 | 4 x 1 | 4 |
| Aplicația 2 | 4 x 1 | 4 |
| Test | 1 | 1 |

