

INVATAREA MODULUI DE PROGRAMARE A COMENZII NUMERICE PRIN UTILIZAREA PROGRAMELOR DE COMANDĂ NUMERICĂ COMENTATE.

Prof.univ.dr.ing. Laurențiu RECE Prof.univ.dr.ing. Tone IONESCU,

UTCB, Facultatea de Utilaj Tehnologic

Abstract This paper presents some aspects of command of new generation of machines-tools with numerical control. It's about an new method for study of numerical control through described N.C.Program

1. INTRODUCERE.

In lucrarea „Invățarea modului de programare a comenzii numerice prin utilizarea programelor de comandă numerică comentate” se prezintă o metodă auxiliară interactivă de pregătire a programatorilor de comandă numerică care și-a dovedit eficiența în practică.

Metoda se aplică cursanților de la disciplinele de programare a comenzii numerice care au parcurs noțiunile de baza de programare și sunt în stadiul de aplicare a acestora la întocmirea programelor de C.N. Avantajul utilizării metodei constă în faptul că cursantul-programator are posibilitatea de a analiza „punerea în frază” și apoi în program a adreselor și a diferitelor comenzi necesare prelucrării pe mașini-unelte cu comandă numerică, cu respectarea succesiunii acceptată de sistemul de prelucrare și cu evidențierea semnificației fiecărei „fraze” și a adreselor „cuvintelor” din aceasta .

De asemenea cursantul-programator are posibilitatea de a vedea compoziția frazelor primare de inițializare a mașinii-unelte precum și a celor finale de resetare și aducere în starea inițială a MUCN.

2. DEFINIREA CONCEPTULUI DE INVATARE A PROGRAMARII CN PRIN UTILIZAREA PROGRAMELOR DE CN COMENTATE .

Conceptul presupune realizarea conexiunii între conținutul „frazei” din punct de vedere al scrierii și semnificația acesteia din punct de vedere tehnologic, sau, cu alte cuvinte legatura dintre sintaxa frazei și semantica acesteia.

Practic se va scrie programul de Comanda numerica aferent unei anumite prelucrări pentru o piesă, cu toate frazele necesare și apoi se va descrie continutul fiecărei fraze.

Cursantul programator, avind cunostințele necesare atât din punct de vedere tehnologic cât și din punct de vedere al noțiunilor de programare, prin analizarea programului comentat și realizarea conexiunii dintre semantica programului și sintaza acestuia, capătă deprinderile necesare.

3. STUDII DE CAZ

3.1 Programul de C.N pentru prelucrarea lamajelor – buzunare circulare.

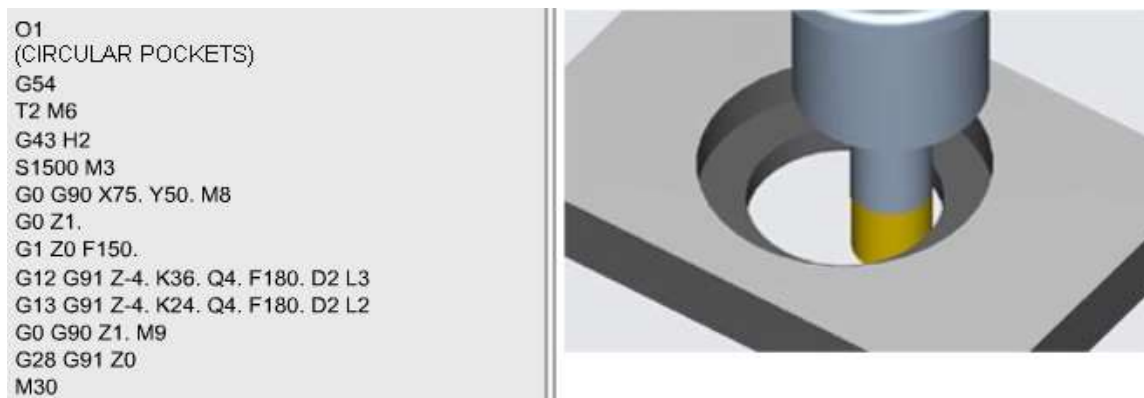


Fig. 1 Programul de C.N si schema de prelucrare

Conținutul programului comentat este următorul (pentru a nu se introduce erori de interpretare comentariile se fac în ordinea adreselor din frază):

O1 – denumirea programului /fișierului

G54 –inițializare, transfer origine de la originea mașinii-unelte la originea piesei (aleasă aici în colțul din stânga jos). Operațiunea este însoțită de poziționarea fizică prin comandă directă a organului mobil (scula așchietoare) în punctul corespunzător noii origini. În acest fel, la comanda G54 coordonatele acestui punct sunt alocate și interpretate ca noua origine (în speță originea piesei)

T2 M6 – schimbarea sculei, se alocă scula nr 2 din magazinul de scule

G43 H2 – corecție de sculă pe lungime

S1500 M3 – rotire A.P. cu 1500 rot/min și sensul de rotație CLW

G0 G90 X75. Y50. M8 – deplasarea sculei cu avans rapid, în coordonate absolute în punctul X75 Y50 (centrul alezajului) cu pornirea lichidului de racire (funcțiile auxiliare M se trec la sfârșitul frazei.

G0 Z1. – deplasarea sculei cu avans rapid în punctul de coordonate Z1. (practic scula coboară pe direcție verticală, de-a lungul axei OZ, până la 1 mm de piesă). Se menționează că deplasarea din secvența anterioară s-a făcut cu scula retrasă pe verticală în punctul de maximă amplitudine.

G1 Z0 F150 - deplasare cu avans de lucru până la contactul cu piesa (Z0) iar viteza de avans utilizata este de 150 mm/min.

G12 G91 Z-4. K36. Q4. F180. D2 L3 – subrutina de prelucrare a lamajului (buzunar circular). Se utilizează coordonatele relative (date prin funcția pregătitoare G91); primul plan de prelucrare are coordonatele situate la 4 mm sub cota zero, raza de prelucrare este de 36mm . Patrunderea pe direcție radială la fiecare cerc descris este de 4mm. Viteza de avans 180 mm/min . Corectia de scula D2 se alocă pe

diametru și este alocată sculei T2 și în total ciclul se va repeta de 3 ori. Aceasta înseamnă ca la final lamajul va avea 12 mm adâncime.

Semnificația adreselor din frază rezultă și din fig. 2 .

Ea este valabilă atât pentru subrutina G12 cât și pentru G13.

Ambele sunt subrutine de prelucrare a alezajelor (lamare, prelucrare buzunare circulare etc), prima prin descrierea circuitului de prelucrare în sensul acelor de ceas (CLW) iar a doua în sens contrar acestuia (CCLW).

Din figură rezultă semnificația adreselor Z... K... Q... și respectiv L...

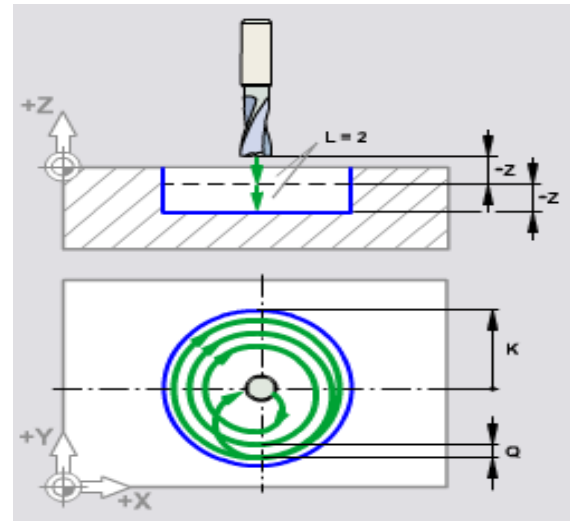


Fig. 2. Semnificația adreselor din subrutina G12

Programul comentat continuă cu subrutina **G13** a cărei semnificație este similară celei de mai sus de la **G12**, și cu frazele:

G0 G90 Z1. M9 – deplasare cu avans rapid, în coordonate absolute până la altitudinea de 1 mm deasupra piesei și oprirea lichidului de răcire.

G28 G91 Z0 – secvență specifică Keller – Haas, de resetare și aducere a sculei în coordonate relative la punctul de zero mașină.

M30 - sfârșit program.

3.2 Programul de C.N pentru prelucrarea găurilor flanșelor (pattern circular) și a rețelilor de găuri (pattern liniar).

Conținutul programului și schema de prelucrare este dată în fig. 3.

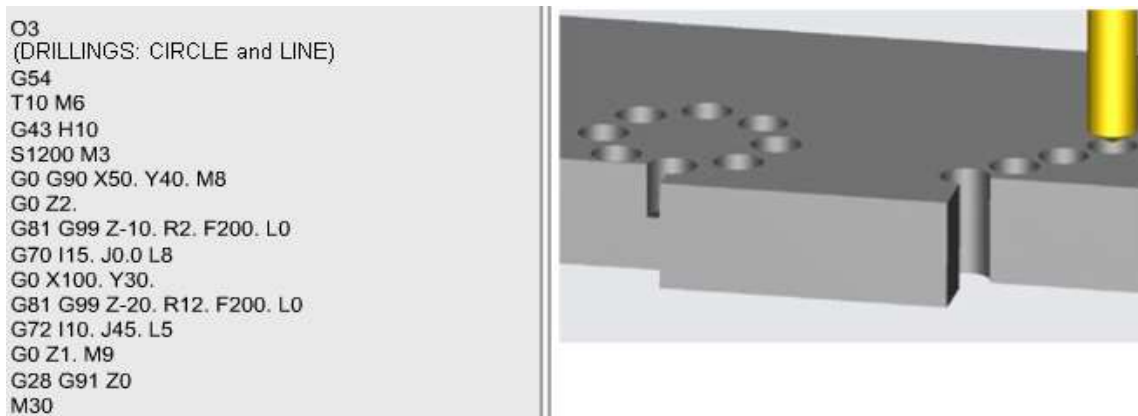


Fig. 3 Schema de prelucrare a găurilor flanșelor și a rețelilor de găuri (patternul circular și respectiv patternul liniar)

Ca și în cazul anterior, (secvențele de început sunt asemănătoare pentru că presupun etapele standard de inițializare):

O3 – denumirea programului / fișierului

G54 –inițializare, transfer origine de la originea mașinii-unelte la originea piesei (aleasă și aici în colțul din stânga jos).

T10 M6 – schimbarea sculei, se alocă scula nr 10 din magazinul de scule

G43 H10 – corecție de sculă pe lungime

S1200 M3 – rotire A.P. cu 1200 rot/min și sensul de rotație spre dreapta, CLW

G0 G90 X50. Y40. M8 – deplasarea sculei cu avans rapid, în coordonate absolute în punctul X50 Y40 (centrul flanșei) cu pornirea lichidului de racire

G0 Z2. – deplasarea sculei cu avans rapid în punctul de coordonate Z2. (practic scula coboară pe direcție verticală, de-a lungul axei OZ, până la 2 mm de piesă).

G81 G99 Z-10. R2. F200. L0 – subrutină de prelucrare a găurilor standard (G81) cu prelucrare până la adâncimea de 10 mm (Z-10) și cu retragere a sculei față de un plan de referință (G99) care este situat la distanța de referință de 2 mm deasupra piesei (R2). Prelucrarea este programată să se facă cu viteza de avans de 200 mm/min însă nu va începe în această frază (L0) ci în următoarea care va descrie șablonul (patternul circular) pe care se vor distribui găurile precum și numărul de repetări/de găuriri succesive.

G70 I15. J0. L8 - subrutina de prelucrare a găurilor flanșei. Raza cercului de divizare este de 15 mm (I15) iar prima gaură pornește de la un unghi la centru de zero grade (J0). Numărul de repetări, adică de găuri ale flanșei este de opt (L8)

Obs. Descrierea schemei de prelucrare pentru patternul circular (gaurile flanșei) se regăsește în figura 4a.

G0 X100. Y30. – deplasare cu avans rapid în punctul de coordonate (X100,Y 30) care este de fapt centrul primului alezaj din rețeaua de găuri liniare (patternul liniar)

G81 G99 Z-20. R12. F200. L0 – subrutină de prelucrare a găurilor standard (G81) cu prelucrare până la adâncimea de 20 mm (Z-20) și cu retragere a sculei față de un plan de referință (G99) care este situat la distanța de referință de 12 mm deasupra piesei (R12). Prelucrarea este programată să se facă cu viteza de avans de 200 mm/min însă nu va începe în această frază (L0) ci în următoarea care va descrie șablonul (patternul liniar) pe care se vor distribui găurile precum și numărul de repetări succesive.

G72 I10. J45. R5 – subrutina de prelucrare a rețelelor de găuri distribuite după o linie (patternul liniar) la care distanța dintre doua găuri succesive este de 10 mm (I10), iar unghiul rețelei de găuri față de axa OX este de 45 grade (J45). Numărul de găuri ale rețelei este de 5 fapt care rezultă din adresa (L5).

Obs. Descrierea schemei de prelucrare pentru patternul liniar se regăsește în figura 4b.

G0 Z1. M9 – deplasare cu avans rapid în punctul de coordonate Z1 (punct situat deasupra piesei la distanța de 1 mm) cumulat cu oprirea lichidului de răcire. Această deplasare se execută în scopul retragerii sculei din piesă pe direcție verticală , ca ulterior sa fie permise deplasări în spațiul tridimensional după orice direcție fără a mai exista pericolul de coliziune sculă-piesă.

G28 G91 Z0 – secvență specifică Keller – Haas, de resetare și aducere a sculei în coordonate relative la punctul de zero mașină.

M30 - sfârșit program.

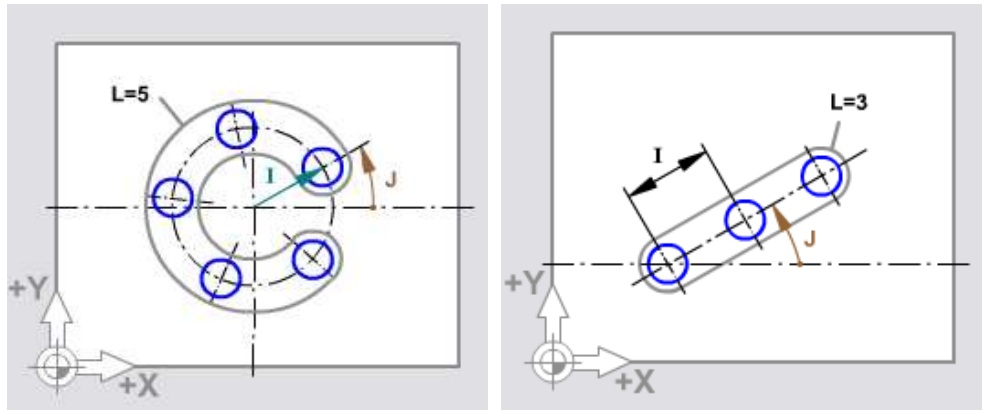


Fig. 4.a. b Elemente geometrice ale subrutinei.

3.3 Prelucrari pe contur

Urmatorul program fig 5. descrie prelucrarea pe contur a unei piese prin frezare combinată și descrierea cinematica a diferitelor elemente componente (raze de racordare, teșituri, etc.) utilizind facilitățile și subrutinele Keller – Haas descrise în lucrările anterioare v. [1], [2], [3]. Primele cinci instrucțiuni din program sunt instrucțiunile de inițializare a căror semnificație a fost prezentată la studiile de caz 3.1 și 3.2 descrise mai sus.

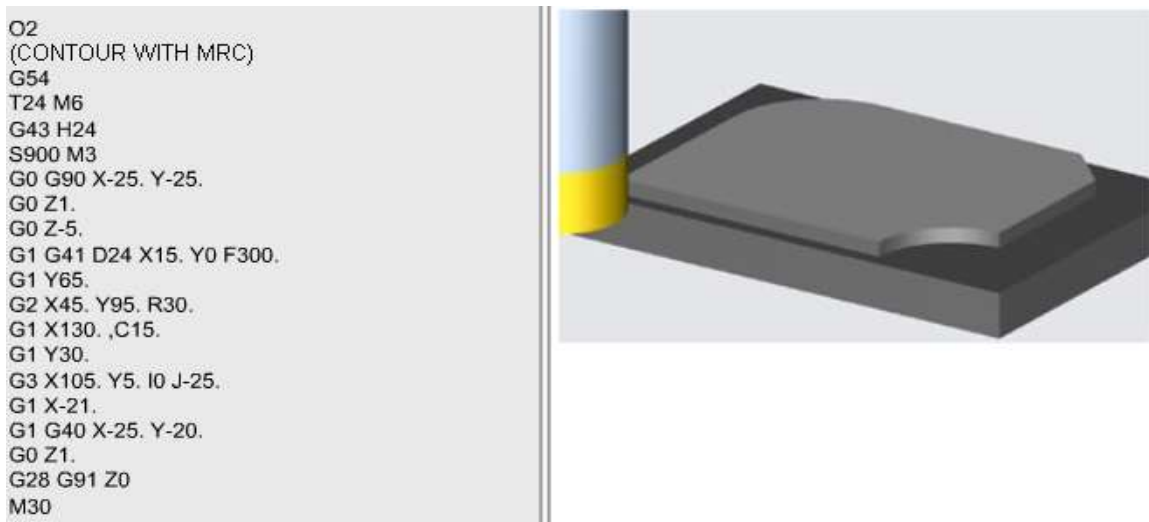


Fig. 5. Elemente geometrice ale subrutinei.

G0 G90 X-25. Y-25. – deplasare cu avans rapid în punctul de coordonatele menționate care reprezintă punctul de pornire la prelucrarea pe contur.

G0 Z1. – deplasare tot cu avans rapid pe direcție verticală de-a lungul axei OZ pînă la amplitudinea de 1mm deasupra piesei.

G0 Z-5. – coborârea tot cu avans rapid la cota -5 pe direcția axei OZ, cotă la care se situează planul de nivel pe care se face prelucrarea pe contur. De remarcat că această coborâre este posibil să se facă cu avans rapid deoarece scula se găsește în afara piesei (X-25, Y-25).

G1 G41 D24 X15. Y0 F300 – este o deplasare cu avans de lucru pînă în punctul de coordonate (X15,Y0) cu corecție de sculă pe stînga (G41) , iar corecția de sculă pe diametru (D24) este alocata sculei numarul 24 definită la instrucțiunea 3, (T24). Prelucrarea se face cu viteza de avans de 300 mm pe minut.

G1 Y65. – deplasare cu avans rapid cu păstrarea coordonatei X15 (care nu mai este trecută în fraza) pînă la atingerea punctului Y65; practic se prelucrează latura rectilinie din stînga a piesei pînă la intrarea în racordare.

G2 X45. Y95. R30 – Reprezintă prelucrarea razei de racordare R30 de la colțul din stînga sus al piesei.

G1 X130. ,C15. - Impreună cu instrucțiunea imediat următoare (G1 Y30.) această frază permite prelucrarea teșiturii 15X15 mm (chamfer ,C15).

G3 X105. Y5. I0 J-25. – prelucrarea prin interpolare circulară a razei de racordare din colțul dreapta jos prin interpolare în sensul opus acelor de ceas CCLW suprafața rezultantă fiind suprafața concavă așa cum rezultă din figura 5.

G1 X-21. – Prelucrarea porțiunii rectiliniei inferioare cu păstrarea lui Y care nu mai este menționată în secvența dar are valoare de 5 mm (Y5), iar scula va depăși spre stînga conturul piesei intrînd în cadranul 2 cu valori negative pentru X.

Obs. Aceasta este o măsură de precauție de scoatere forțată, de siguranță, a sculei în afara piesei , deoarece în secvența următoare se anulează corecția de rază și se dă libertate sculei de retragere în punctul de zero mașină.

G1 G40 X-25. Y-20. – Anularea corecției de sculă (G40) și retragerea sculei în poziția de siguranță menționată anterior, în afara piesei. Retragera se face cu un avans de lucru al interpolării liniare G1(ultimul activ menționat în program, F300, deci 300mm/min). Urmatoarele trei secvențe sint secvențele de resetare și sfîrșit program si sunt secvențe comune tuturor programelor și ele au fost descrise mai sus, la studii de caz 3.1 si 3.2.

4. CONCLUZII.

Metoda prezentată în acest articol este o metoda auxiliară interactivă de pregătire a cursanților-programatori de comandă numerică , care și-a dovedit eficiența în practică prin faptul că, cursantul-programator are posibilitatea de a analiza si verifica „punerea în frază” a instrucțiunilor, adreselor si comenzilor conform ordinii si succesiunii acceptate de mașina–unealta cu comandă numerica. In același timp, cursantul–programator are posibilitatea de a verifica dacă a înțeles corect semnificația instrucțiunilor si a adreselor din program si deasemenea poate să-și creeze un stil propriu de programare la care să fie compatibil cu exigențele și rigorile acestei discipline.

5. BIBLIOGRAFIE.

- [1] Rece, L.,- „ Mașini-unelte și prelucrări mecanice cu comandă numerică” –curs universitar, Editura Compress București 2003
- [2] Rece, L., Ionescu T., „Optimizarea programelor de C.N. cu ajutorul subrutinelor de calcul automat al traiectoriei sculei așchietoare – partea a II-a: subrutine utilizate la strunjire „, SINUC 2011
- [3] *** „CNC plus Turning” HAAS Automation Inc.- R & S KELLER GmbH, documentatie firma 2009.