

OPTIMIZAREA PROGRAMELOR DE COMANDA NUMERICA CU AJUTORUL SUBRUTINELOR DE CALCUL AUTOMAT AL TRAIECTORIEI SCULEI ASCHIETOARE

- PARTEA A II-A : SUBRUTINE UTILIZATE LA STRUNJIRE-.

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 and rapid method for optimized the structure of program by using the numerical subroutine for command the movement of tool, in this case, with application for turning.

1. INTRODUCERE.

În lucrarea "Optimizarea programelor de comanda numerica cu ajutorul subrutinelor de calcul automat al traiectoriei sculei aschietoare" prezentată la SINUC 2010 am tratat un subiect legat de optimizarea și simplificarea programarii comenzii numerice pe sisteme flexibile de fabricare cu comandă numerică, utilizând în vederea eficientizării activității de programare metoda introducerii de subrutine predefinite adecvate. Au fost prezentate pe larg mai multe subrutine destinate îndeosebi mașinilor-unelte de frezat cu comandă numerică precum și mașinilor-unelte de găurit în coordonate de asemenea echipate cu comandă numerică.

În prezenta lucrare se continuă această tematică – care de altfel este destul de vastă, având în vedere multitudinea de posibilități existente - cu definirea de această dată de subrutine destinate procedurilor de strunjire pe mașini-unelte cu comandă numerică.

Principalul avantaj al utilizării subrutinelor predefinite este legat de faptul că ele scurtează în mod semnificativ programul de comanda numerica și oferă în plus siguranță în ce privește realizarea efectivă a suprafeței prescrise piesei, ca și evitarea unor eventuale coliziuni.

2. DEFINIREA UNOR TIPURI UZUALE DE SUBRUTINE .

Una dintre soluțiile de micșorare a timpului alocat programării comenzii numerice dar cu respectarea siguranței programului și corectitudinii secvențelor de generare a traiectoriilor din mișcarea relativă sculă-piesă este oferită de sistemul de comandă numerică *CNC-plus*, al companiei germane *R & S KELLER GmbH*, sistem implementat de unul dintre cei mai

importanți producători de mașini-unelte cu comandă numerică, compania multinațională **HAAS Automation Inc.**

Acesta se bazează pe existența unor subrutine predefinite specifice fiecărui tip de suprafață uzuală existentă pe piesă și alocarea automată a acestora odată cu selectarea tipului de suprafață respectiv din „*portofoliul de suprafețe al programului*”

Astfel, programatorul nu mai este obligat să scrie integral tot programul de descriere cinematică al piesei, ci numai elementele care nu pot fi definite prin subrutine și bineînțeles, elementele de legătură dintre subrutine.

Practic, pentru elementele repetitive care ar fi presupus conceperea unor secvențe de C.N. repetitive ca formă dar cu adrese geometrice diferite, consumatoare de timp de programare, sunt create subrutine predefinite specifice. În acest fel activitatea de programare este mult simplificată îndeosebi la partea cea mai mare consumatoare de resurse – cea a descrierii geometrice a traiectoriei sculă – piesă.

Un exemplu de tipuri de subrutine din „*portofoliul*” programului CNC – **plus varianta Strunjire – turning, este prezentat în Fig. 1**

Pot fi recunoscute aici trei tipuri de suprafețe care se regăsesc în mod uzual pe diferite piese și anume : alezaje cilindrice, canale sau degajări și respectiv suprafețe prelucrate pe contur.

2.1 Cazul subrutinei destinate găuririi : **G81**.

În Fig. 1 se analizează cea mai simplă subrutină – comună și pentru alte prelucrări- și anume, subrutina de găurire, care are codul funcției pregătitoare: **G81**. Spunem că aceasta subrutină este comună și pentru alte prelucrări deoarece ea conține aceleași mișcări – de descris în program- ca și la alte prelucrări ale alezajelor, cum ar fi : lărgirea, adâncirea, lamarea și alezarea, ceea ce diferă fiind regimul de prelucrare și bineînțeles tipul de sculă.

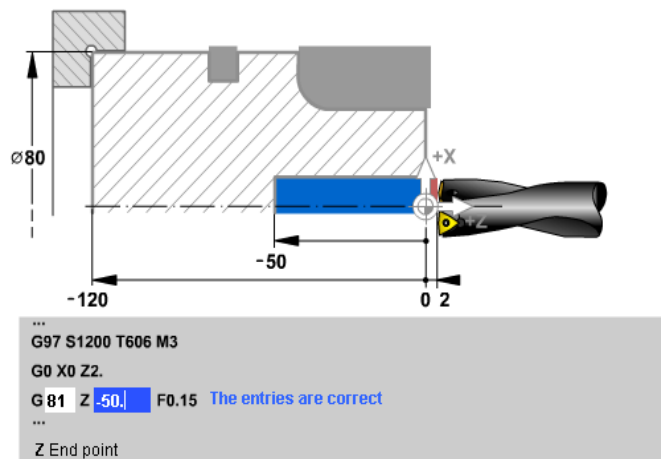


Fig. 1. Diferite tipuri de suprafețe uzuale, repetitive, prezente pe suprafața unei piese prelucrate prin strunjire, -cazul 1, subrutina de găurire-

În prima linie se setează turația A.P. -la valoarea de 1200 rot/minut, adică **S1200**-, se precizează numărul sculei cu care se face prelucrarea **T6** -scula nr 6- și corecția pe lungime a acesteia -codul 06 care este adăugat după numărul sculei-. Tot în prima linie este precizat sensul de rotație al A.P. prin funcția auxiliară **M**, la care prin codul **M3** se indică sensul de rotație CLW - sensul de rotație al acelor de ceas-.

În a doua linie se deplasează scula în poziția de început de ciclu, poziție situată coaxial cu AAP ($x=0$) și la o distanță de siguranță de 2 mm de piesă $z=2$: deplasare rapidă (**G0**), până în punctul de coordonate $x=0$ mm și $z=2$ mm. Se observă că axa **OZ** este axa arborelui principal

(AAP), iar axa **OX** este axa pe direcția radială. Cotele se vor da, acolo unde este cazul, pe OX pe diametru, nu pe rază.

Cea de a treia linie este în fapt cea care apelează subrutina de găurire și, se observă ca numărul de date de introdus este minimal, deoarece și subrutina în sine are o cinematică simplă; la citirea codului **G81** echipamentul de comandă numerică va porni ciclul de găurire: se pornește mișcarea de rotație a arborelui principal în sensul indicat, se cuplează avansul la valoarea indicată - prin funcția: **F0.15** - și se execută găurirea pe lungimea piesei până se atinge cota **z = -50** mm din desen, urmată de retragerea rapidă a sculei la poziția de început de ciclu.

2.2 Cazul subrutinei destinate strunjirii canalelor : **G75**.

Este o subrutină care scutește multe fraze intermediare, mai ales la prelucrarea canalelor la care lățimea cuțitului este mult inferioară lățimii canalului. În fig. 2 apar secvențele intermediare necesare realizării canalelor conform cotelor din desenele de execuție.

Se observă circuitele repetitive pe care trebuie să le descrie scula:

-pătrundere în piesă cu avans transversal pe o distanță dată prin cota **U...** ;

-retragere rapidă la cota inițială,

-deplasare laterală pe distanța **K...** (distanță care se alege aproximativ 5/6 din lățimea cuțitului, în cazul de mai jos 1.5 mm);

- reluare: repetarea ciclului până la atingerea cotei **W ...** , cotă care este de fapt egală cu lățimea canalului-lățimea cuțitului: 10-1.8 mm.

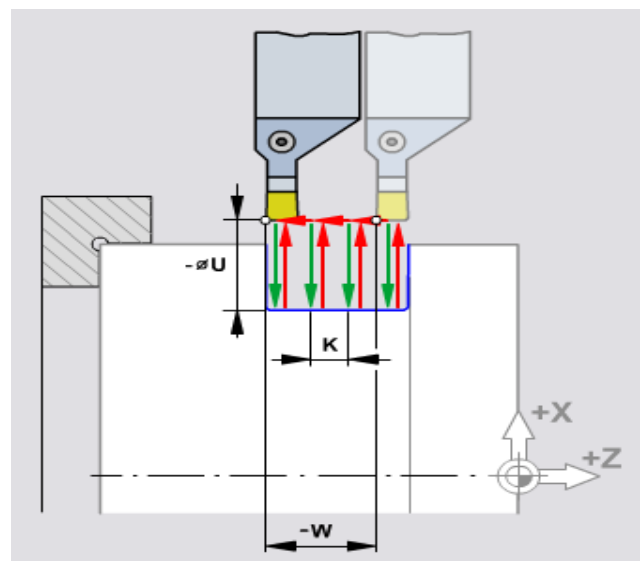


Fig. 2 Cinematica strunjirii canalelor

În aceste condiții, pentru un caz concret de prelucrare subrutina se prezintă ca în fig. 3.

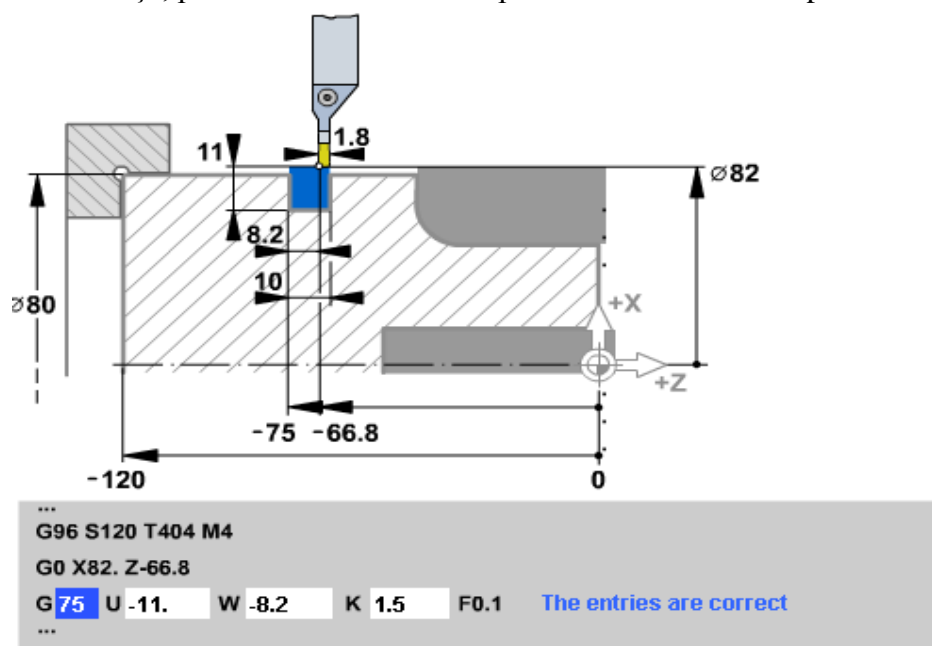


Fig. 3 Subrutina strunjirii canalelor: **G75**

Se observă că, la fel ca la subrutina de găurire, prima fraza din program asigură setarea inițială a turației A.P (aici $n = 120$ rot/min, deci **S120**), precizează scula (**T4**) și corecția acesteia (**O4**) precum și sensul de rotație al AP , care aici este CCLW, adică invers acelor de ceas (**M4**).

Cea de a doua fraza asigură poziționarea cu avans rapid (**G0**) în punctul de început de ciclu (**x=82 z=68.8**)

A treia frază -din fig.3- este cea care definește subrutina propriuzisă de strunjire a canalelor: **G75**; elementele care intervin în frază sunt evidente din fig. 2 și 3, iar avansul de lucru este de 0.1 mm/rot (**F0.1**)

2.3 Cazul subrutinei destinate strunjirii profilurilor complexe/compuse : **G71**.

Această subrutină este de fapt cea mai importantă din punct de vedere al frecvenței apariției cât mai ales prin efectul substanțial de simplificare a programului.

Acest efect și modul de lucru al subrutinei rezultă și din Fig. 4. Practic, se cunoaște faptul că, la prelucrarea suprafețelor complexe, înainte să se ajungă la generarea pe contur a suprafeței, trebuie realizate mai multe circuite intermediare pentru îndepărtarea adaosului de prelucrare.

Numărul acestor circuite închise - figurate alăturat - este cu atât mai mare cu cât volumul de material de îndepărtat sau saltul de diametre este mai mare.

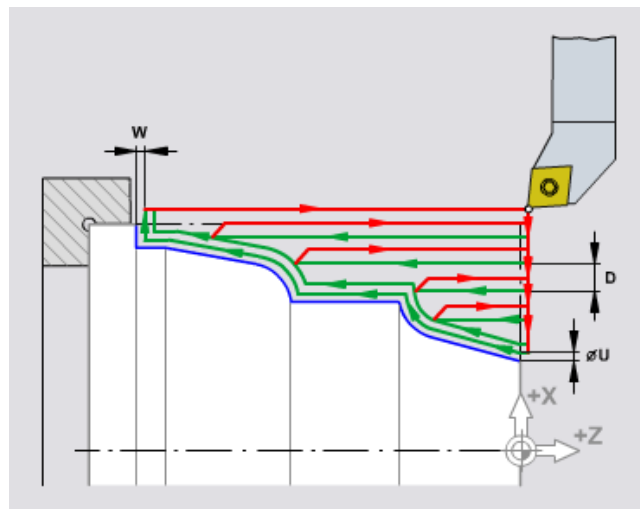


Fig.4. Modul de acțiune al subrutinei de strunjire a profilurilor complexe

Din punct de vedere al programării, acest fapt reprezintă un inconvenient important deoarece conduce la consum mare de timp și resurse –pe de o parte se calculează conturul final etapa ricum obligatorie- dar, pe de altă parte, în plus se consuma timp și pentru calculul independent al fiecărui circuit și realizarea secvenței de program adecvat acestora.

Avantajul utilizării subrutinei de strunjire a profilurilor complexe rezultă din faptul că, în cazul utilizării acesteia, se programează doar conturul final și se precizează doar următoarele elemente tehnologice:

- adaosurile de prelucrare pe care dorim să le rezerve înaintea trecerii finale (adaosul radial **U...** și frontal **W...**)
- adâncimea de așchiere a fiecărei treceri (dată prin **D ...**)
- Numărul adresei la care începe și respectiv la care se finalizează definirea conturului, adică **P ...** și respectiv **Q...**

În Fig. 5 este reprezentată subrutina de strunjire a profilurilor complexe; ca și în cazurile anterioare, în primele două secvențe (fraze) din program, se face setarea inițială a mașinii. În cazul prezent se va utiliza o turație de 180 rot/min. pentru A.P. (**S180**), se va utiliza scula **T1**, iar sensul de rotație este CCLW. Este definit punctul de start și este pornit în plus și lichidul de

răcire, prin comanda **M8**, având în vedere că urmează să se execute o prelucrare cu un regim mai intensiv. Oprirea acestuia se va face la sfârșitul prelucrării printr-o comanda de anulare **M9**.

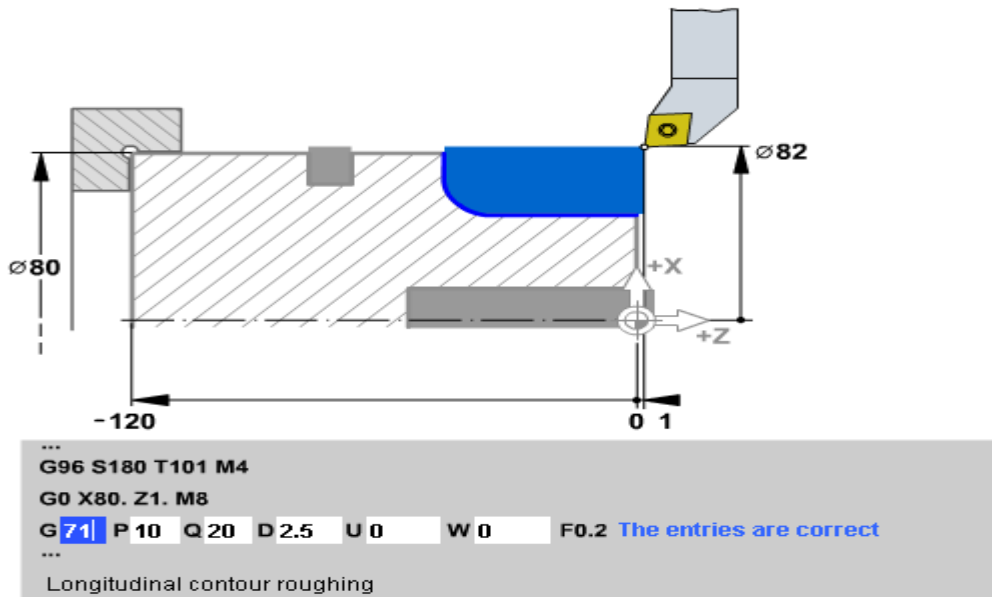


Fig. 5 S subrutina de strunjire a profilurilor complexe: **G71**

Se observă așadar că, în loc să introducem în program mai multe fraze calculate fiecare în parte separat pentru fiecare circuit, se introduce una singură, cea de definire a acestei subrutine.

3. EXEMPLU DE APLICARE A SUBRUTINELOR INTR-UN PROGRAM DE COMANDA NUMERICA .

Se prezintă mai jos pentru exemplificare o porțiune dintr-un program de comandă numerică și anume, acea parte necesară prelucrării prin strunjire, utilizând subrutina de prelucrare a suprafețelor complexe **G71** prezentată mai sus.

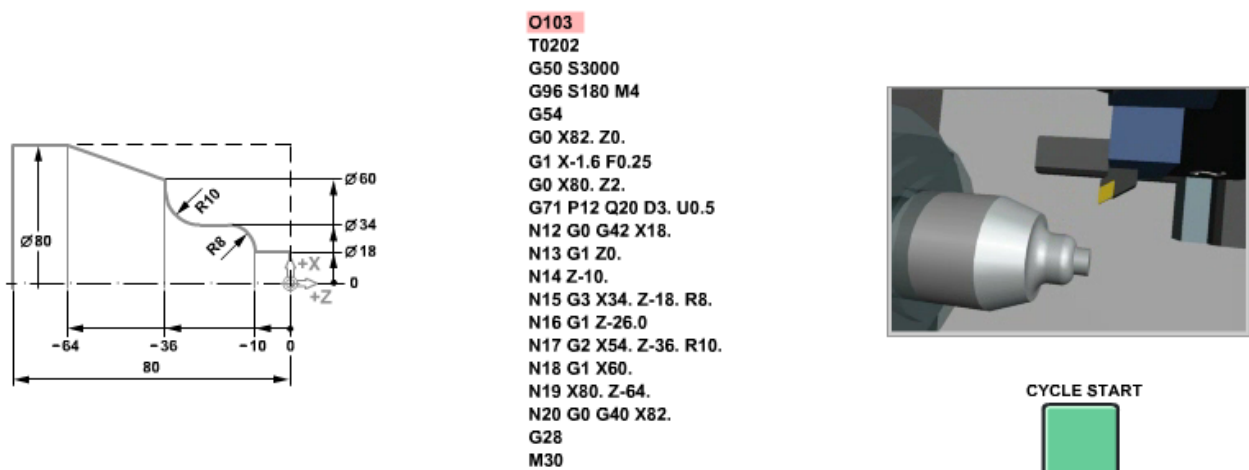


Fig. 6. Aplicație privind utilizarea subrutinei de prelucrare a suprafețelor complexe **G71**

Comentarii și interpretarea programului: Față de elementele precizate mai sus, programul cuprinde instrucțiunea de început în care se dă numele (**O103**), apoi trei fraze de inițializare și aducere a sculei în punctul de început program (punctul de start: $x = 82$ $z = 0$).

Urmează strunjirea frontală cu avansul de 0.25 mm/rot (**F0.25**) și retragerea rapidă (**G0**) în punctul: **x = 80 z = 2**

Subrutina de prelucrare **G71** care urmează imediat în program, trimite prin **P12** și **Q20** la descrierea conturului final, care se desfășoară deci între adresele: **N12** și **N20**.

Frazele respective care definesc conturul final au următoarele semnificații:

N12 : deplasare cu avans rapid (**G0**) și cu corecție pe dreapta a sculei (**G42**) la punctul de coordonate **x18** (cu păstrarea nemodificată a coordonatei pe oz (care a ramas la valoarea **z=2**)

N13 : Apropiere de piesa cu avans de lucru (**G1**), pana în punctul **x = 18, z = 0**

N14: Strunjirea palierului cilindric de Ø18 și lungime 10 mm

N15: Interpolare circulară CCLW (**G3**) cu raza de 8mm (prelucrarea racordării R8)

N16: Strunjirea palierului cilindric de Ø34 până la **z=-26**

N17: A doua interpolare circulară (racordare) dar de sens CLW (**G2**) cu raza de 10mm

N18: Strunjire frontală până la Ø60 (cota **x=60** reprezintă cota pe diametru nu pe rază

N19: Strunjire conicitatea de capăt până la Ø80 și **z=-64**

N20: Retrageră rapidă (**G0**) la Ø82 cu anularea corecției de rază (**G40**)

Obs. 1. După derularea ciclurilor repetate de îndepărtare a adaosului de prelucrare intermediar (comandate de **G71** conform descrierii din fig. 4, se execută automat prelucrarea pe contur (comandată tot de **G71**) și, la final, după ieșirea din subrutină, se intră în ultimile 2 fraze care au semnificația de retragere a sculei în punctul de origine al mașinii (**G28**) și respectiv de terminare a programului și întoarcere la starea de început program (**M30**).

2. Din modul de scriere al subrutinei **G71** rezultă că îndepărtarea straturilor succesive se face cu adâncimea de așchiere (grosimea stratului) de 3mm (**D3**) și cu prevederea unui adaos de prelucrare doar pe direcție radială, în valoare de 0.5mm (**U0.5**)

4. CONCLUZII.

Metoda utilizării subrutinelor de calcul automat al traiectoriilor sculei așchietoare vine în sprijinul programatorilor comenzii numerice, pentru simplificarea și optimizarea activității de programare a comenzii numerice. Este scurtat semnificativ timpul alocat programării și implicit lungimea programelor de C.N., în condițiile păstrării și chiar a creșterii siguranței în exploatare a mașinilor.

5. BIBLIOGRAFIE.

[1] Rece, L.,- „Mașini-unelte și prelucrări mecanice cu comandă numerică” –curs universitar, Editura Conspress București 2003

[2] Rece, L., Soare, Gh., - „Mașini-unelte și prelucrări mecanice – ghid tehnologic și îndrumar de laborator” Editura Matrix Rom, Bucuresti, 2003.

[3] ***, „CNC plus Turning” HAAS Automation Inc.- R & S KELLER GmbH, documentatie de firma 2009.

* * *