OPERATOR LA MAȘINI-UNELTE CU COMANDĂ NUMERICĂ

RAMIRA
Automotive development

ANOFM
AJOFM MARAMUREȘ

PERFECȚIONARE

COD COR 722323



Elaborat: dr. ing. Oșan Andrei

Cuprins

1. STUDIUL DOCUMENTAŢIEI DE EXECUŢIE 4
1.1 Introducere 4
1.2 Cunoştinţele de prelucrabilitate şi aşchiere a materialelor 7
1.3 Abilităţi de diagnosticare a problemelor tehnice şi de intervenţie rapidă 10
1.4 Fişa tehnologică 14
1.5 Desenul tehnic 18
1.5.1 Noţiuni fundamentale de geometrie descriptivă 18
1.5.2 Desenul de execuţie 22
1.5.3 Toleranţe şi control dimensional 31
1.5.4 Abateri microgeometrice (rugozitatea suprafeţelor) 40
2. PROGRAMAREA MAŞINI-UNELTE CU COMANDĂ NUMERICĂ – STABILIREA ORIGINII COORDONATELOR 42
2.1 Noţiuni fundamentale privind programarea CNC 44
2.1.1 Definirea sculelor – FUNCŢIA T (TOOL) 44
2.1.2 Corecţia sculelor 45
2.1.3 Măsurarea lungimii sculelor (compensarea de lungime) 45
2.1.4 Compensarea de rază/diametru a sculelor 46
2.1.5 Funcţii de comandă G 47
2.1.6 Comanda de interpolare liniară G01 48
2.1.7 Comenzile de interpolare circular G02/G03 48
2.1.8 Ciclul de găurire G73 cu ruperea aşchiei 49
2.1.9 Ciclul de alezare cu bara de alezat G76 49
2.1.10 Ciclul de găurire G81 50
2.1.11 Ciclul de găurire G82 cu întârziere la fundul găurii 50
2.1.12 Ciclul de găurire G83 cu ruperea aşchiei şi retragere la planul de retragere 51
2.1.13 Ciclul de filetare cu tarodul G84 51
2.1.14 Ciclul de alezare G85 52
2.1.15 Exemple de programe pentru CNC 52
2.2 Stabilirea originilor de coordonate 55
2.2.1 Determinarea axelor şi a sensului deplasărilor 55
2.2.2 Stabilirea originii sistemului de coordonate. 55
2.2.3 Modul de lucru 56
2.2.4 Etapele setării originii sistemului de coordonate 57
BIIBLIOGRAFIE 59

1.STUDIUL DOCUMENTAȚIEI DE EXECUȚIE

1.1 Introducere

Un operator CNC (Computer Numerical Control) joacă un rol esenţial în industria de prelucrare mecanică, având responsabilitatea de a asigura funcţionarea corectă a maşinilor-unelte controlate prin computer, care sunt utilizate pentru fabricarea pieselor de precizie. Aceste maşini CNC includ freze, strunguri, maşini de tăiat cu laser sau plasmă, maşini de găurit şi multe altele. Operatorul CNC este responsabil pentru coordonarea întregului proces de producţie, asigurându-se că piesele sunt fabricate cu o mare acurateţe şi conform cerinţelor specificate.

Principalele atribuţii ale unui operator CNC

1. **Citirea şi interpretarea desenelor tehnice şi fişelor de proces**
   - Operatorul CNC trebuie să înţeleagă detaliile piesei de fabricat prin interpretarea desenelor tehnice sau a planurilor de lucru. Aceste desene sunt esenţiale, deoarece oferă informaţiile despre dimensiuni, toleranţe şi materialul piesei, iar operatorul trebuie să le urmeze cu precizie.
   - De asemenea, poate fi necesar să folosească software CAD (Computer-Aided Design) sau CAM (Computer-Aided Manufacturing) pentru a vizualiza piesele sau pentru a face simulări ale procesului de prelucrare.
2. **Programarea maşinilor CNC**
   - Unele maşini CNC sunt deja programate din fabrică pentru a efectua anumite operaţiuni, dar în multe cazuri, operatorul trebuie să scrie sau să modifice programele care controlează maşina. Aceste programe sunt de obicei scrise în limbaje specifice, cum ar fi **G-code** sau **M-code**, care definesc paşii de lucru ai maşinii.

- Programarea presupune stabilirea secvenţelor corecte de mişcare a maşinii şi ajustarea parametrilor precum viteza de tăiere, avansul şi adâncimea de tăiere. Un operator CNC experimentat ştie cum să optimizeze aceste setări pentru a îmbunătăţi eficienţa şi calitatea produsului final.

3. **Setarea maşinilor CNC**
   - După ce programul este gata, operatorul CNC trebuie să configureze maşina. Aceasta include instalarea sculelor corecte (de exemplu, freze, burghie, cuţite), setarea corectă a piesei de prelucrat (fixarea piesei pe masă sau în menghina maşinii) şi ajustarea maşinii în funcţie de specificaţiile programului.
   - Operatorul va verifica şi setările maşinii pentru a se asigura că toate componentele sunt reglate corect, inclusiv viteza de rotaţie a sculei şi avansul.
4. **Monitorizarea şi controlul procesului de prelucrare**
   - Pe măsură ce maşina începe să prelucreze piesa, operatorul CNC trebuie să monitorizeze procesul pentru a detecta orice problemă. Aceasta include verificarea posibilelor defecte ale piesei, identificarea zgomotelor sau vibraţiilor neobişnuite ale maşinii, şi intervenirea rapidă în cazul în care apar erori.
   - De asemenea, operatorul trebuie să efectueze verificări regulate ale pieselor pentru a asigura că acestea sunt conforme cu cerinţele tehnice şi standardele de calitate. Aceste verificări se fac cu ajutorul unor instrumente de măsură precise, cum ar fi micrometre, calibre, comparatoare etc.
5. **Întreţinerea maşinilor CNC**
   - Pentru a asigura o funcţionare continuă şi eficientă a maşinilor, operatorul CNC trebuie să efectueze întreţinerea zilnică a echipamentelor, cum ar fi curăţarea, lubrifierea şi verificarea pieselor de schimb (de exemplu, schimbarea sculelor uzate).
   - În plus, operatorul trebuie să identifice şi să semnaleze orice defecţiune tehnică majoră, astfel încât echipele de întreţinere să poată remedia problemele rapid, evitând oprirea producţiei.

6. **Optimizarea procesului de producţie**
    - Un operator CNC experimentat nu doar că urmează instrucţiunile de producţie, dar se implică activ în îmbunătăţirea eficienţei şi a calităţii procesului. Aceasta poate include ajustarea parametrilor de aşchiere pentru a reduce timpii de prelucrare sau optimizarea programului CNC pentru a economisi materiale şi energie.
    - De asemenea, el poate sugera modificări de design pentru a face piesele mai uşor de prelucrat sau mai economice.
7. **Siguranţa şi respectarea standardelor de calitate**
    - Operatorul CNC trebuie să urmeze proceduri riguroase de siguranţă pentru a preveni accidentele la locul de muncă, având în vedere că maşinile CNC sunt echipamente complexe şi puternice. Acesta trebuie să poarte echipamente de protecţie, să se asigure că zonele de lucru sunt sigure şi să fie conştient de potenţialele riscuri.
    - În plus, trebuie să respecte standardele de calitate impuse de companie sau de client, asigurându-se că piesele sunt fabricate conform specificaţiilor şi toleranţelor stabilite.

Abilităţi şi cunoştinţe necesare unui operator CNC

Un operator CNC trebuie să posede o combinaţie de abilităţi tehnice, practice şi de rezolvare a problemelor. Printre abilităţile esenţiale se numără:

- Cunoştinţe de matematică şi desen tehnic, în special în domeniul geometriei descriptive şi al toleranţelor.
- Abilităţi în programarea şi utilizarea software-urilor CNC.
- Cunoaşterea proceselor de prelucrare a materialelor şi a maşinilor-unelte.
- Atenţie la detalii şi precizie în lucrul cu piesele de prelucrat.
- Abilităţi de diagnosticare a problemelor tehnice şi de intervenţie rapidă.
- Cunoştinţe de întreţinere a maşinilor şi sculelor.
- Capacitatea de a lucra într-un mediu industrial cu norme stricte de siguranţă şi calitate.

Tipuri de maşini controlate prin CNC

Operatorii CNC lucrează cu mai multe tipuri de maşini, fiecare având caracteristici specifice:

- **Freză CNC** – pentru prelucrarea pieselor prin frezare (aşchierea materialului cu ajutorul unei freze).
- **Strung CNC** – pentru prelucrarea pieselor rotunde, utilizând un mecanism de rotaţie şi tăiere.
- **Maşină de tăiat cu laser CNC** – pentru tăierea precisă a materialelor cu un fascicul de laser.
- **Maşină de tăiat cu plasmă CNC** – pentru tăierea materialelor metalice printr-un arc electric.
- **Maşină de găurit CNC** – pentru efectuarea găurilor precise în diverse materiale.
- **Maşină de şlefuit CNC** – pentru finisaje de precizie ale pieselor.

Concluzie

Meseria de operator CNC este una deosebit de importantă în industrie, iar competenţele necesare acestui job sunt esenţiale pentru producerea pieselor de calitate în mod eficient şi sigur. În funcţie de tipul de industrie, un operator CNC poate lucra într-o gamă variată de domenii, de la producţia auto, aerospaţială, până la fabricarea echipamentelor industriale sau a pieselor personalizate.

1.2 Cunoştinţele de prelucrabilitate şi aşchiere a materialelor

Cunoştinţele de prelucrabilitate şi aşchiere a materialelor sunt esenţiale pentru un operator CNC, deoarece acestea influenţează direct calitatea şi eficienţa procesului de prelucrare a pieselor.

Prelucrabilitatea unui material se referă la uşurinţa cu care acesta poate fi prelucrat prin diverse metode de prelucrare mecanică, cum ar fi frezarea, strunjirea, găurirea sau rectificarea.

Aşchierea este procesul de îndepărtare a unei cantităţi de material sub formă de aşchii prin acţiunea unei scule de tăiere asupra piesei de prelucrat.

1. Prelucrabilitatea materialelor

Prelucrabilitatea unui material depinde de mai mulţi factori, inclusiv de proprietăţile fizice, chimice şi mecanice ale materialului respectiv. Printre cei mai importanţi factori care influenţează prelucrabilitatea se numără:

- **Duritatea materialului**: Materialele mai dure, precum oţelurile aliate sau titanul, sunt mai greu de prelucrat, necesitând scule mai rezistente şi condiţii de tăiere mai stricte. În schimb, materialele mai moi, precum aluminiul sau cuprul, sunt mai uşor de prelucrat, dar pot duce la uzura mai rapidă a sculelor.
- **Structura internă a materialului**: Materialele cu o structură cristalină uniformă, cum ar fi oţelurile tratate termic, au o prelucrabilitate mai bună, în timp ce materialele cu incluziuni sau structură neregulată pot crea dificultăţi.
- **Temperatura de topire**: Materialele care au o temperatură de topire ridicată, cum ar fi titanul sau nichelul, sunt mai dificil de prelucrat, iar prelucrarea acestora poate necesita temperaturi mai scăzute şi utilizarea de fluide de tăiere speciale.
- **Compoziţia chimică**: Materialele care conţin elemente chimice dure sau abrazive, cum ar fi siliciul sau carbonul în oţeluri speciale, vor cauza uzura rapidă a sculelor de tăiere.

2. Aşchierea materialelor

Procesul de aşchiere presupune îndepărtarea materialului de pe piesa de prelucrat prin acţiunea unei scule de tăiere care formează o aşchie. În funcţie de tipul de material, de geometria sculei şi de parametrii de tăiere, aşchiile vor avea forme şi dimensiuni diferite. Procesul de aşchiere este influenţat de mai mulţi factori:

- **Viteza de aşchiere**: Viteza de aşchiere este importantă pentru determinarea tipului şi formei aşchiilor. O viteză de aşchiere prea mare poate duce la uzura rapidă a sculei şi la o calitate slabă a suprafeţei piesei prelucrate. Viteza de aşchiere optimă depinde de materialul piesei şi de tipul de scule utilizate.
- **Avansul**: Avansul este viteza cu care scula se deplasează pe piesă. Un avans mai mare poate duce la formarea unor aşchii mai groase şi la o tăiere mai agresivă, dar poate provoca şi vibraţii şi uzura rapidă a sculelor. Avansul trebuie reglat astfel încât să se obţină o aşchiere stabilă şi controlată.

- **Adâncimea de aşchiere**: Adâncimea de aşchiere reprezintă grosimea stratului de material care este îndepărtat la fiecare trecere a sculei. O adâncime prea mare poate cauza suprasolicitarea sculei şi poate duce la ruperea acesteia. În schimb, o adâncire mică poate duce la o prelucrare mai lentă şi poate afecta performanţa procesului.
- **Geometria sculelor de tăiere**: Forma şi unghiurile sculelor de tăiere joacă un rol crucial în procesul de aşchiere. Unghiul de tăiere şi unghiul de evacuare a aşchiilor influenţează atât forţele de aşchiere, cât şi forma aşchiilor, iar unghiurile corect alese ajută la reducerea uzurii sculelor şi îmbunătăţirea finisajului piesei.

3. Tipuri de aşchii

Aşchiile formate în procesul de prelucrare pot fi de mai multe tipuri, iar acestea sunt un indicator important al condiţiilor de aşchiere şi ale prelucrabilităţii materialului:

- **Aşchii fine (săgeţi)**: Acestea se formează atunci când materialul este uşor de prelucrat şi sunt caracteristice pentru materiale moi (cum ar fi aluminiul) sau când parametrii de aşchiere sunt bine ajustaţi. Aşchiile fine reduc riscul de supraîncălzire a sculelor şi îmbunătăţesc finisajul piesei.
- **Aşchii groase şi neregulate**: Acestea sunt adesea rezultatul unor materiale dure sau a unor parametri de tăiere agresivi. În aceste cazuri, este important să se ajusteze viteza de aşchiere, avansul sau adâncimea de aşchiere pentru a reduce impactul negativ asupra procesului.
- **Aşchii în spirală**: Acestea sunt adesea formate atunci când se prelucrează materiale de duritate medie sau când scula nu este bine întreţinută.

4. Factori care influenţează aşchierea

Mai mulţi factori pot influenţa procesul de aşchiere, printre care:

- **Tipul şi compoziţia materialului**: Materialele mai dure şi mai abraziune, cum ar fi oţelurile de înaltă calitate sau materialele compozite, tind să formeze aşchii mai mari şi mai greu de gestionat.
- **Tipul de sculă utilizată**: Sculele de aşchiere, frezele sau burghiele sunt folosite în funcţie de tipul de prelucrare. Alegerea corectă a sculei este esenţială pentru un proces de aşchiere eficient.

- **Lubrifianţi şi fluide de aşchiere**: Folosirea adecvată a fluidelor de aşchiere ajută la răcirea sculei şi piesei, reducând forţele de frecare şi îmbunătăţind calitatea aşchiilor.

5. Impactul prelucrabilităţii asupra producţiei

Prelucrabilitatea materialelor afectează direct costurile şi timpul necesar pentru a produce piesele. Materialele mai uşor de prelucrat pot fi procesate mai rapid, cu o uzură mai mică a sculelor şi o performanţă mai bună a maşinilor. În schimb, materialele greu prelucrabile necesită mai multă atenţie şi ajustare a parametrilor de tăiere, iar costurile de producţie pot fi mai mari.

Un operator CNC experimentat trebuie să înţeleagă toţi aceşti factori şi să fie capabil să ajusteze corect parametrii de tăiere pentru a maximiza eficienţa şi calitatea procesului de prelucrare.

1.3 Abilităţi de diagnosticare a problemelor tehnice şi de intervenţie rapidă

Abilităţile de diagnosticare a problemelor tehnice şi de intervenţie rapidă sunt esenţiale pentru un operator CNC, deoarece aceste competenţe contribuie la menţinerea unui flux de producţie continuu şi la prevenirea întârzierilor cauzate de defecţiuni tehnice. Un operator CNC trebuie să fie capabil să identifice rapid orice problemă care poate apărea în timpul prelucrării şi să ia măsurile corecte pentru a o remedia. Iată câteva dintre abilităţile esenţiale în acest domeniu:

1. Cunoaşterea echipamentului şi a sistemelor CNC

- **Înţelegerea funcţionării maşinilor CNC**: Un operator CNC trebuie să fie familiarizat cu structura şi funcţiile maşinilor CNC cu care lucrează, inclusiv cu sistemele electrice, mecanice şi software-urile implicate. Acesta trebuie să ştie cum să interpreteze şi să reacţioneze la semnalele de eroare afişate pe ecranul maşinii.
- **Cunoaşterea componentelor cheie**: De la sculele de aşchiere până la motoarele de mişcare, sistemele de control al temperaturii şi unităţile de alimentare,

operatorul trebuie să aibă o înţelegere detaliată a fiecărei părţi a maşinii şi cum funcţionează împreună.

2. Identificarea problemelor mecanice

- **Diagnosticarea uzurii sculelor aşchietoare**: Dacă piesele prelucrate nu au dimensiunile sau finisajul dorit, operatorul trebuie să verifice dacă sculele sunt uzate. Aşchiile sau zgomotele anormale pot indica faptul că scula de aşchiere nu mai este eficientă şi trebuie înlocuită.
- **Verificarea pieselor mobile ale maşinii**: Unele probleme mecanice pot fi cauzate de defecţiuni ale pieselor mobile ale maşinii (de exemplu, ghidaje, role, şuruburi de ghidare). Diagnosticarea corectă a acestora presupune observarea mişcărilor şi identificarea eventualelor blocaje sau jocuri în componentele mecanice.
- **Controlul vibraţiilor sau zgomotelor**: Vibraţiile excesive sau zgomotele neobişnuite pot indica o problemă mecanică (cum ar fi un rulment defect, o componentă nealiniată sau un motor care nu funcţionează corespunzător).

3. Diagnosticarea problemelor electrice şi de control

- **Verificarea alimentării cu energie electrică**: Un operator CNC trebuie să ştie cum să verifice dacă maşina este alimentată corect şi să identifice eventualele întreruperi ale alimentării electrice, probleme de cablare sau defecţiuni ale surselor de alimentare.
- **Repararea sau diagnosticarea erorilor în circuitele electrice**: Defecţiunile electrice, cum ar fi cablurile defecte sau siguranţele arse, pot afecta funcţionarea maşinii. Un operator CNC trebuie să poată localiza aceste defecţiuni şi să anunţe personalul specializat.
- **Sistemele de control CNC**: Dacă există probleme cu programul CNC sau cu interpretarea semnalelor din senzorii maşinii, operatorul trebuie să poată ajusta parametrii sau să reseteze maşina. Acesta trebuie să fie familiarizat cu interfaţa software-ului CNC şi să ştie cum să corecteze erorile de programare sau comunicare.

4. Diagnosticarea problemelor de calibrare

- **Probleme de aliniere şi poziţionare**: Dacă piesele prelucrate nu respectă toleranţele specifice, operatorul CNC trebuie să verifice alinierea şi poziţionarea maşinii. Acest lucru poate însemna verificarea axelor de mişcare şi a senzorilor pentru a asigura faptul că maşina este corect calibrată.
- **Verificarea şi ajustarea sculelor**: Uneori, maşina poate părea că funcţionează corect, dar piesele rezultate nu au dimensiuni precise. Operatorul trebuie să ştie cum să recalibreze sculele şi să verifice dacă acestea sunt corect reglate pe toată durata procesului de prelucrare.

5. Identificarea şi rezolvarea problemelor de software

- **Erori de programare CNC**: Dacă maşina nu urmează corect programul sau dacă piesa nu este prelucrată conform specificaţiilor, operatorul CNC trebuie să verifice dacă programul este corect scris. Asta poate include identificarea erorilor de sintaxă, a valorilor incorecte sau a secvenţelor greşite în codul CNC (de exemplu, G-code sau M-code).
- **Actualizarea software-ului CNC**: Uneori, erorile pot fi cauzate de o versiune învechită a software-ului de control CNC. Un operator CNC trebuie să fie capabil să identifice dacă software-ul are nevoie de actualizări şi să implementeze aceste actualizări pentru a preveni erori viitoare.

6. Gestionarea problemelor de răcire şi lubrifiere

- **Fluidele de aşchiere**: Problemele de răcire pot afecta calitatea pieselor prelucrate şi pot duce la uzura rapidă a sculelor. Dacă lichidele de aşchiere nu sunt distribuite corespunzător sau sunt insuficiente, operatorul trebuie să diagnosticheze sistemul de răcire şi să înlocuiască sau să cureţe filtrele de răcire.
- **Sisteme de lubrifiere**: Dacă maşina prezintă semne de frecare excesivă sau uzură a sculelor, operatorul trebuie să verifice dacă sistemele de lubrifiere funcţionează corect şi să adauge lubrifianţi sau să cureţe sistemele de distribuire a acestora.

7. Abilităţi de comunicare şi lucru în echipă

- **Colaborarea cu echipele de mentenanţă**: În cazul unor probleme mai complexe, operatorul CNC trebuie să poată colabora eficient cu echipele de mentenanţă pentru a diagnostica şi rezolva problemele tehnice mai mari, cum ar fi defecţiunile hardware sau problemele software avansate.
- **Documentarea şi raportarea problemelor**: Operatorul trebuie să aibă abilitatea de a documenta problemele tehnice şi soluţiile aplicate, pentru a ajuta la prevenirea lor în viitor şi pentru a furniza informaţii utile echipelor de întreţinere şi managerilor.

8. Adaptabilitatea şi învăţarea continuă

- **Înţelegerea noilor tehnologii**: Pe măsură ce tehnologia evoluează, operatorii CNC trebuie să înveţe noi tehnici, să adopte software-uri avansate şi să se familiarizeze cu noi tipuri de maşini CNC. Capacitatea de a învăţa rapid şi de a se adapta la schimbările tehnologice este crucială pentru a rămâne eficient şi productiv.
- **Gestionarea situaţiilor de urgenţă**: În cazul în care apare o defecţiune majoră în mijlocul unui proces de producţie, operatorul trebuie să rămână calm şi să ia măsuri rapide pentru a opri maşina în siguranţă şi pentru a preveni deteriorarea piesei sau a echipamentului.

Concluzie

Un operator CNC competent trebuie să aibă o combinaţie de cunoştinţe tehnice solide, abilităţi de diagnosticare a problemelor şi capacitatea de a lua măsuri rapide şi eficiente pentru a remedia orice defecţiune. Abilităţile de intervenţie rapidă şi de diagnosticare sunt esenţiale pentru a menţine un flux de producţie continuu, pentru a reduce timpii de oprire şi pentru a asigura calitatea pieselor fabricate.

1.4 Fişa tehnologică

Fişa tehnologică este un document tehnic folosit în procesele de producţie şi prelucrare, care conţine informaţii detaliate despre paşii şi condiţiile necesare pentru fabricarea unei piese sau realizarea unui proces tehnologic. Aceasta este esenţială pentru operatorii CNC, ingineri şi toţi cei implicaţi în producţie, deoarece descrie metodele şi parametrii specifici care trebuie urmaţi pentru a asigura calitatea şi eficienţa procesului.

Rolul fişei tehnologice:

Fişa tehnologică este un instrument esenţial pentru planificarea şi controlul producţiei. Ea ajută la:

- **Standardizarea procesului**: Asigură ca fiecare piesă este fabricată conform aceleaşi proceduri, garantând consistenţa şi calitatea producţiei.
- **Optimizarea timpului şi resurselor**: Prin indicarea clară a paşilor de prelucrare şi a parametrilor, fişa ajută la reducerea erorilor şi a pierderilor de material sau timp.
- **Gestionarea operaţiilor**: Este un ghid util pentru fiecare, oferindu-le toate informaţiile necesare pentru realizarea corectă a piesei.
- **Gestionarea calităţii**: Ajută la respectarea toleranţelor şi la efectuarea verificărilor necesare pentru a asigura calitatea produsului final.

Componentele principale ale unei fişe tehnologice:

1. **Informaţii generale despre piesa de prelucrat**:
    - **Denumirea desenului tehnic al piesei**: Identificarea desenului care trebuie ataşat fişei.
    - **Materialul piesei**: Tipul de material utilizat (de exemplu, oţel, aluminiu, plastic) şi, eventual, caracteristicile acestuia (duritate, rezistenţă, etc.).
    - **Denumirea piesei**: Codul sau denumirea piesei pentru identificarea corectă în fluxul de producţie.
2. **Procesele tehnologice de prelucrare**:
    - **Tipurile de prelucrare**: Se specifică ce tipuri de prelucrare sunt necesare (de exemplu, debitare, frezare, strunjire, găurire, rectificare, etc.).

- **Secvenţa operaţiilor**: Ordinea în care se realizează operaţiile de prelucrare. Acesta include paşii specifici care trebuie urmaţi pentru a obţine forma finală a piesei.

3. **Parametrii tehnologici**:
   - **Viteza de tăiere**: Viteza la care scula aşchiază materialul, importantă pentru a preveni uzura rapidă a sculelor şi pentru a asigura calitatea piesei.
   - **Avansul**: Viteza de deplasare a sculei sau a piesei în timpul prelucrării.
   - **Adâncimea de tăiere**: Grosimea stratului de material care este îndepărtat în fiecare trecere a sculei.
   - **Temperatura de prelucrare**: În unele cazuri, este important să se menţină o anumită temperatură pentru a evita supraîncălzirea piesei sau a sculelor.
4. **Instrumente şi echipamente necesare**:
   - **Maşina de prelucrare**: Tipul de maşină CNC sau alt echipament necesar pentru realizarea piesei.
   - **Dispozitive de prindere**: Tipul de dispozitiv folosit pentru fixarea piesei pe maşină (de exemplu, mandrine, menghine, suporturi).
5. **Controale de calitate şi verificări**:
   - **Toleranţe şi dimensiuni finale**: Specificaţiile precise ale dimensiunilor piesei, inclusiv toleranţele acceptabile (dacă piesa poate fi considerată conformă în funcţie de micile abateri).
   - **Verificarea piesei**: Detalii despre metodele de control al calităţii, cum ar fi instrumentele de măsură folosite (micrometre, calibre, comparatoare) şi frecvenţa verificărilor.
6. **Siguranţă şi condiţii de lucru**:
   - **Măsuri de siguranţă**: Instrucţiuni referitoare la protecţia operatorului şi la manipularea echipamentelor pentru a evita accidentele.
   - **Condiţii de mediu**: Temperaturile şi umiditatea recomandate pentru funcţionarea echipamentelor şi prelucrarea materialelor.
7. **Timp de prelucrare**:
   - **Estimarea timpului necesar**: Estimarea duratei pentru fiecare operaţie sau pentru procesul de producţie complet.

RAMIRA
Automotive development

RAMIRA	Production Order Traveller		from: 5	6
	Production Job	Lett.	Production Order	Quantity
	7	8	9	10

Prod.Engineer	Project Manager	PJ Name		Rep.	Pos.:
1	2	11		12	13

Customer	Drawing ID	PO Create User
3	14	15

Action	Part Description	Project
4	16	17

Parent Assembly

Sup. report	Sup. PO	Specification	Drawing ID
18	19	20	

Material

Pos.	Item	Description	pcs **Req. Dimm.**	Full Serv. Type	W./Qty. Qty	UoM
21	22	23	24 25		26	27

Operations

Čop	Machine	Template	Barcode	Employee Name
28	29			
Operation 30				Total pl. 31

Čop	Machine	Template	Barcode	Employee Name
32	33			
Operation 34				Total pl. 35

Čop	Machine	Template	Barcode	Employee Name
36	37			
Operation 38				Total pl. 39

Čop	Machine	Template	Barcode	Employee Name
40	41			
Operation 42				Total pl. 43

Čop	Machine	Template	Barcode	Employee Name
44	45			
Operation 46				Total pl. 47

PJ Creator:	48	On the:	50
Report Creator:	49	On the:	51

Conform fişei actuale identificăm următoarele informaţii:

Nr. ctr	Informaţie identificată	Nr. ctr	Informaţie identificată
1.	Numele tehnologului	2.	Numele proiect managerului
3.	Numele clientului	4.	Numele proiectului
5.	Data imprimării fişei	6.	Numărul de pagini
7.	Denumirea internă a utilajului	8.	Divizia internă responsabilă
9.	Numărul de identificare intern al reperului	10.	Numărul de bucăţi de reper
11.	Numele intern al proiectului	12.	Numărul reperului în arborescenţă
13.	Poziţia reperului în arborescenţă	14.	Codul de desen al reperului
15.	Numele tehnologului care a creat poziţia	16.	Denumirea internă a reperului
17.	Codul proiectului	18.	Indicativele ansamblului
19.	Codul pentru asamblare	20.	Denumirea ansamblului
21.	Poziţia componentelor materiale	22.	Codul intern de material
23.	Denumirea materialului	24.	Numărul de bucăţi de material
25.	Dimensiunile de gabarit material	26.	Greutatea semifabricatului
27.	Aria semifabricatului	28.	Numărul operaţiei tehnologice
29.	Iniţialele operaţiei tehnologice	30.	Numele tehnologului
31.	Norma de timp aferentă operaţiei	32.	Numărul operaţiei tehnologice
33.	Iniţialele operaţiei tehnologice	34.	Numele tehnologului
35.	Norma de timp aferentă operaţiei	36.	Numărul operaţiei tehnologice
37.	Iniţialele operaţiei tehnologice	38.	Numele tehnologului
39.	Norma de timp aferentă operaţiei	40.	Numărul operaţiei tehnologice
41.	Iniţialele operaţiei tehnologice	42.	Numele tehnologului
43.	Norma de timp aferentă operaţiei	44.	Numărul operaţiei tehnologice
45.	Iniţialele operaţiei tehnologice	46.	Numele tehnologului
47.	Norma de timp aferentă operaţiei	48.	Numele referentei ce creează proiectul în SAP
49.	Numele tehnologului	50/51	Data la care s-a creat proiectul / tehnologia în SAP

1.5 Desenul tehnic

1.5.1 Noţiuni fundamentale de geometrie descriptivă

Geometria descriptivă este ştiinţa matematică care studiază relaţiile între puncte, drepte, curbe, suprafeţe şi volume din spaţiu, se ocupă cu transpunerea corpurilor spaţiale în desene executate în diversele sisteme de reprezentare plană.

Reprezentarea plană se poate face:

- în **dublă** sau **triplă proiecte ortogonală -** permite determinarea dimensiunilor corpului,
- în **axonometrie** sau în **perspectivă -** reproduce aspectul corpului.

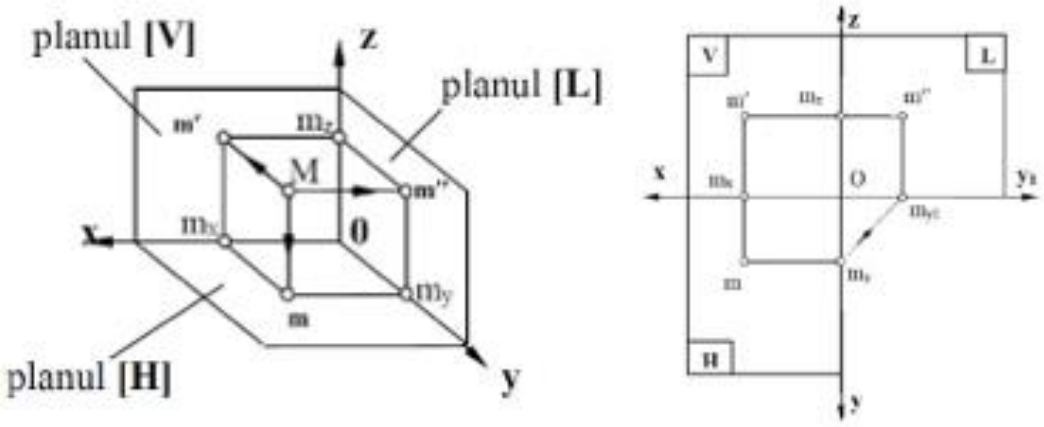
Reprezentarea punctului în tripla proiecţie ortogonală

Tripla proiecţie ortogonală se obţine foarte simplu şi rapid prin proiectarea corpului din spaţiu, pe direcţii perpendiculare, pe trei plane de proiecţie perpendiculare între ele.

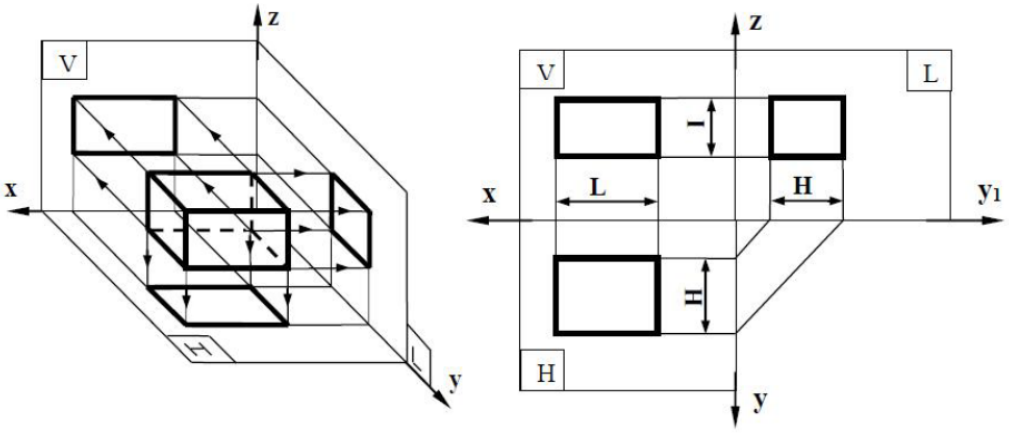
Convenţional, planele de proiecte sunt:

- **planul orizontal de proiecţie [H],**
- **planul vertical de proiecţie [V],**
- **planul lateral de proiecţie [L].**

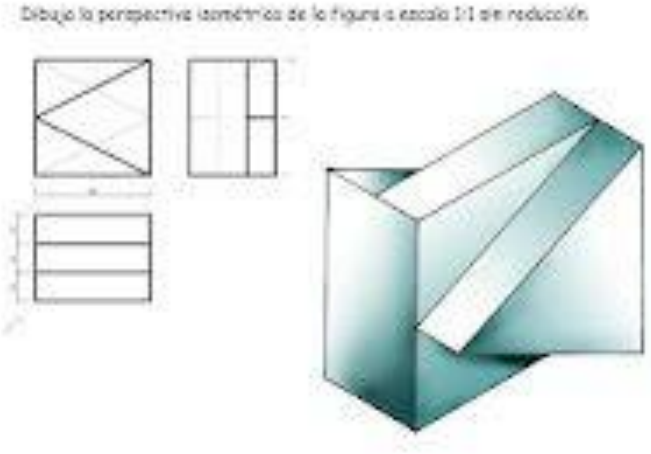
Planele de proiecţie, perpendiculare două câte două se intersectează după o **axă de proiecţie** şi au comun punctul **O**, **originea sistemului de proiecţie** astfel obţinut:

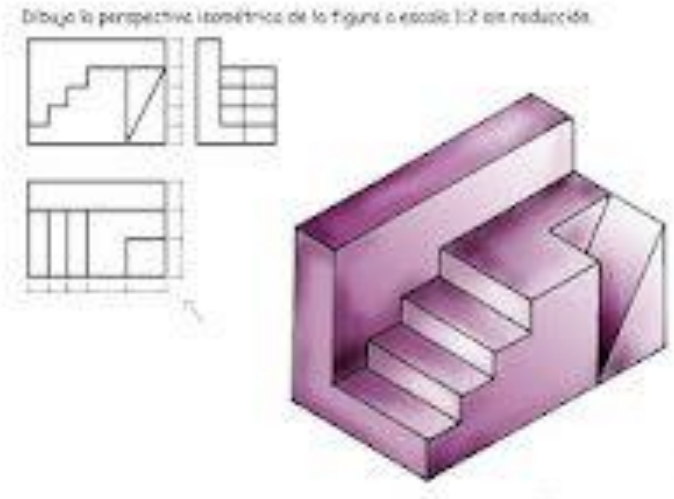


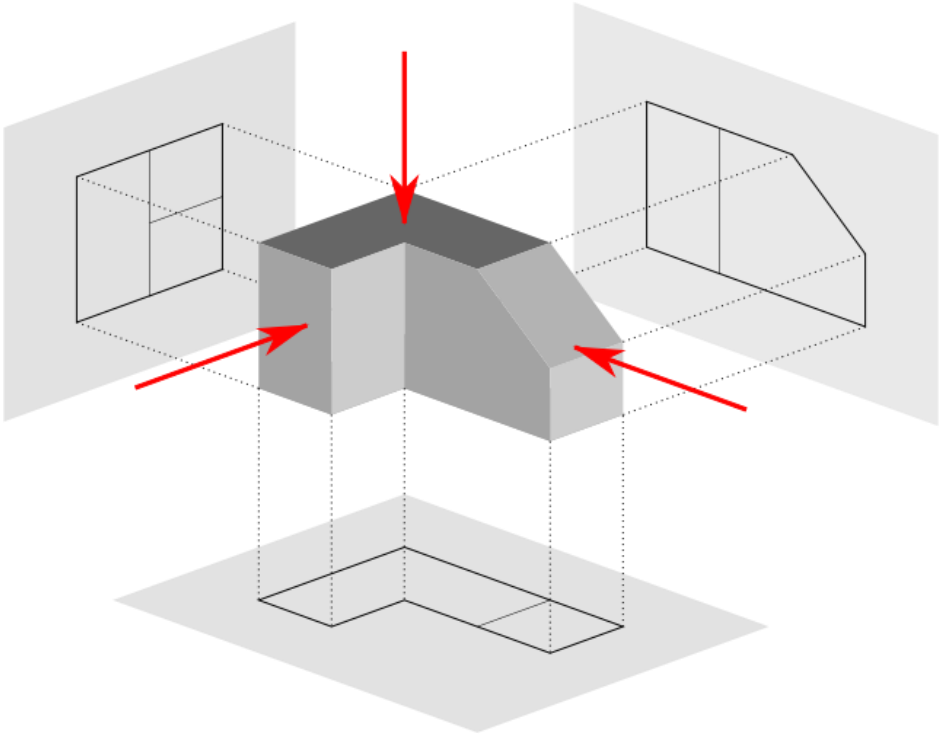
În triedrul tridreptunghic, dacă în locul punctului se poziţionează un corp paralelipipedic cu muchiile paralele cu axele triedrului (feţele paralele la planele triedrului), prin proiectare ortogonală se obţin cele trei proiecţii ale corpului pe planele de proiecţie:

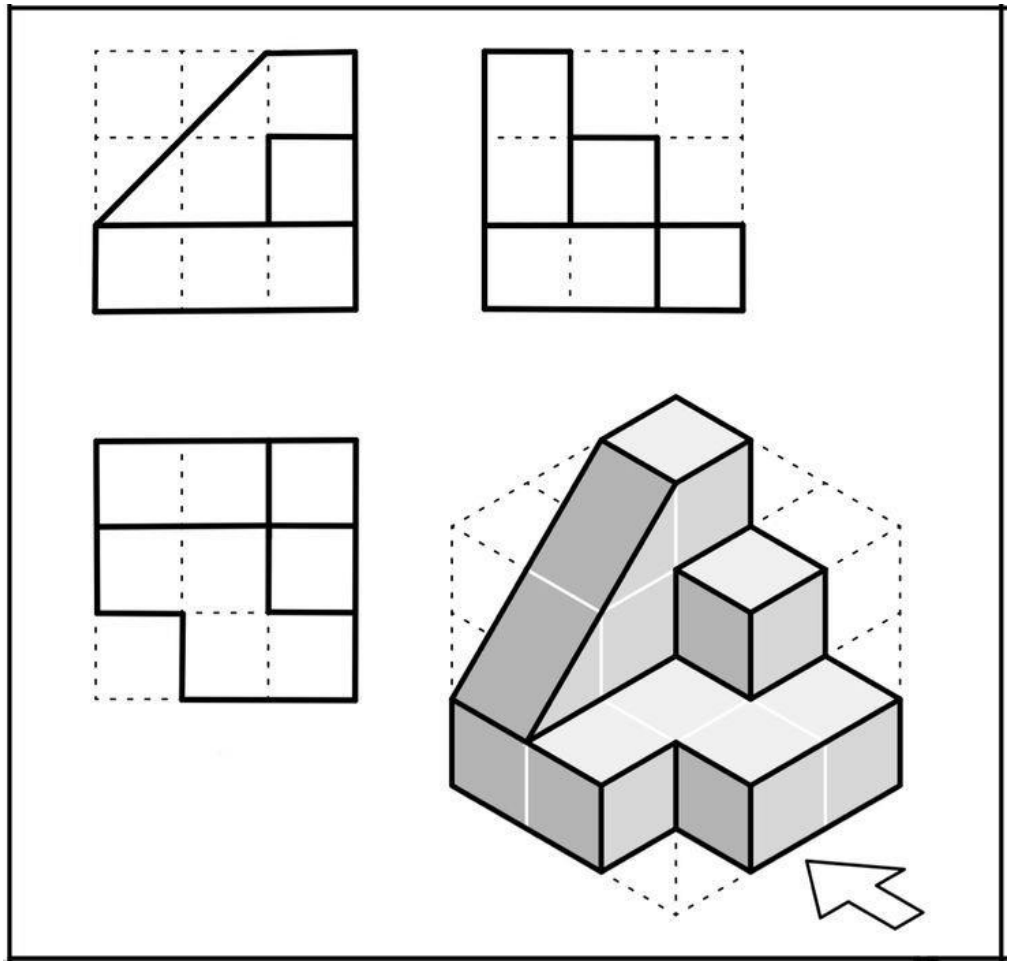


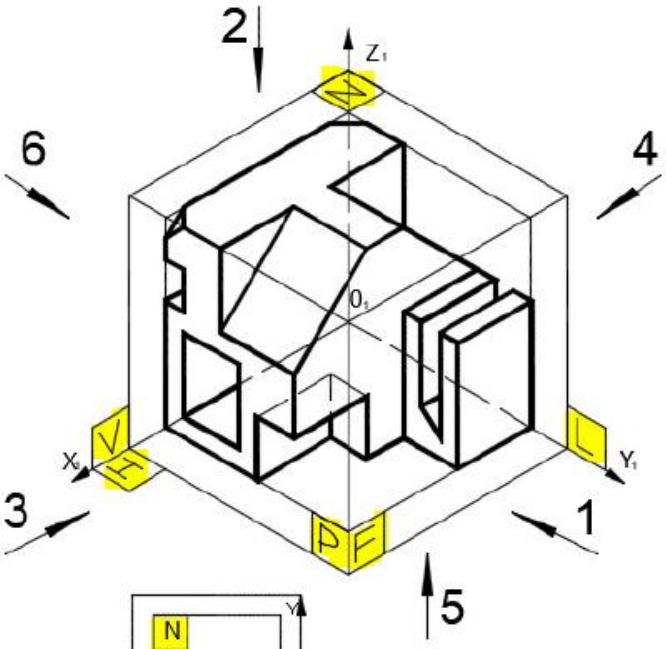
Exemple de reprezentare a corpurilor în proiecţie axonometrică ortogonală izometrică şi în triplă proiecţie ortogonală

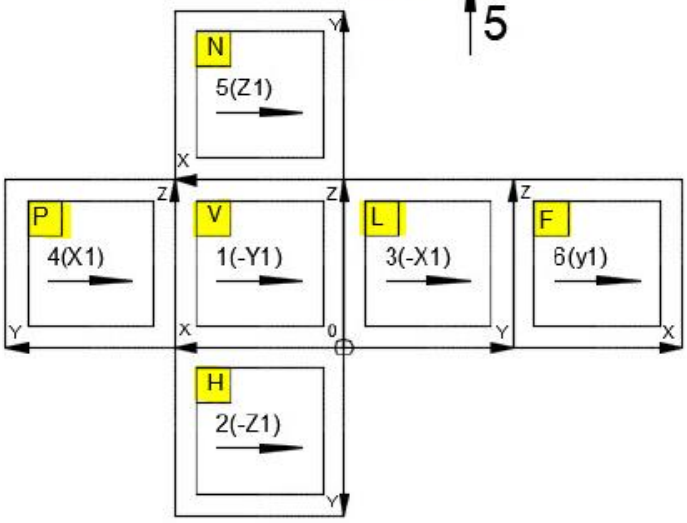


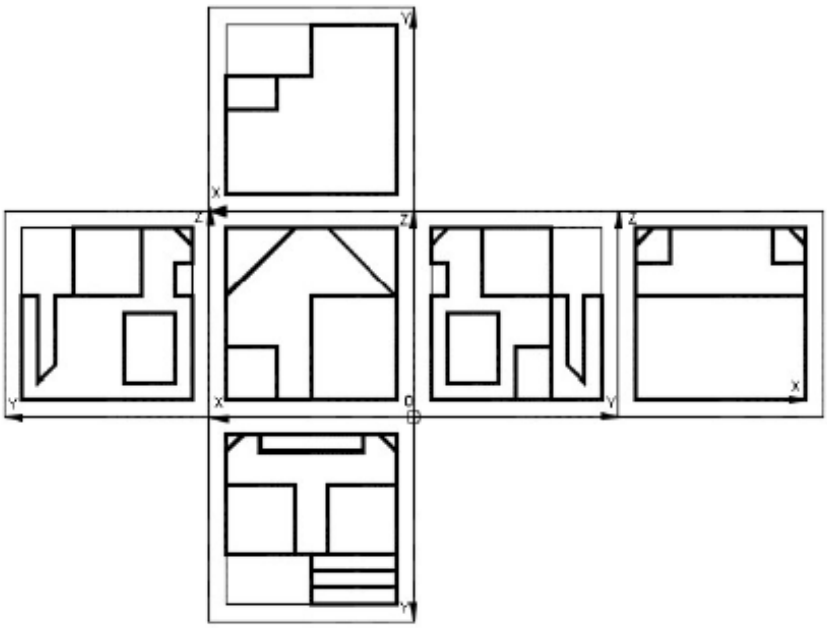







2
6
4
3
1
5
N
P
F
V
H
L
X1
Y1
Z1
O1


N
5(Z1)
P
4(X1)
V
1(-Y1)
L
3(-X1)
F
6(y1)
H
2(-Z1)



1.5.2 Desenul de execuţie

1.5.2.1 Linii utilizate în desenul tehnic şi grosimi de linii

Pentru reprezentarea şi cotarea pieselor în desenul industrial se utilizează diferite tipuri de linii, diversificate în funcţie de **aspect** şi **grosime.**

Ca **aspect**, liniile se clasifică în:

- **linie continuă,**
- **linie întreruptă,**
- **linie punct,**
- **linie două puncte.**

Ca **grosime,** liniile pot fi:

- **linie groasă,**
- **linie subţire.**

Grosimi de linii: b - linie groasă; b = 2; 1,4; 1; 0,7; 0,5; 0,35; 0,25; 0,18 [mm],

b1 - linie subţire; b/3 ≤ b1 ≤ b/2.

Raportul dintre grosimea de bază, *b* şi grosimea liniei subţiri, *b1*, trebuie să fie de minimum 2.



Tot STAS-ul prevede anumite norme de utilizare a liniilor în desenul tehnic, şi anume:

- grosimea de bază, **b**, utilizată pentru muchiile vizibile ale piesei din desen, se alege în funcţie de mărimea, complexitatea şi natura desenului;
- grosimea de bază **b** trebuie să fie aceeaşi în toate proiecţiile unei piese pe acelaşi format de desen;
- pentru acelaşi format de desen, linia subţire **b1** se alege de cel mult b/2 şi cel puţin b/3;
- la linia punct, linia două puncte, lungimea segmentelor şi intervalele dintre ele trebuie să fie uniforme de-a lungul aceleiaşi linii;
- linia punct şi linia două puncte trebuie trasate astfel încât să înceapă şi să se termine prin segmente, iar intersecţia acestor linii trebuie să se facă numai prin

segmente (intersecţia axelor de simetrie - care se trasează cu linie punct subţire - poate reprezenta centru de cerc care se precizează prin intersecţia a două segmente);

- distanţa dintre două linii paralele nu trebuie să fie mai mică decât dublul grosimii liniei groase; se recomandă ca această distanţă să fie de minim 0,7 mm.

Simbol	Denumire	Aspect	Domenii de utilizare
A	Linie continuă groasă		Contururi şi muchii vizibile
B	Linie continuă subţire		B1 muchii fictive vizibile B2 linii de cotă B3 linii ajutătoare B4 linii de indicaţie B5 haşuri B6 secţiuni suprapuse B7 linii de axă scurte B8 linii de fund ale filetelor
C	Linie continuă subţire ondulată		Linie de ruptură
D	Linie continuă subţire în zig-zag		Linie de ruptură pe calculator
E	Linie întreruptă groasă		Contururi şi muchii acoperite
F	Linie întreruptă subţire		Contururi şi muchii acoperite
G	Linie punct subţire		G1 linie de axă G2 traseele planelor de simetrie
			G3 traiectorii G4 suprafeţe de rostogolire
H	Linie punct mixtă		Traseul de secţionare (urma planului de secţionare)
I	Linie punct groasă		Indicarea suprafeţelor cu prescripţii speciale (tratamente termice)
K	Linie două puncte subţire		Conturul pieselor învecinate Poziţii extreme ale pieselor mobile Conturul pieselor înainte de fasonare

1.5.2.2 Împăturirea (plierea) formatelor de desen

Formatul se alege în următoarea ordine de preferinţe: formate seria A, SR-ISO 5457:1994.

Sunt precizate 5 formate preferenţiale, denumite şi formate de bază, alese din seria principală A: A0, A1, A2, A3, A4. Pentru cazuri speciale se admite utilizarea formatului A5.

Simbol	a x b [mm]
A0	841 x 1 189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

grupa formatelor alungite speciale

Simbol	a x b [mm]
A3 x 3	420 x 891
A3 x 4	420 x 1 189
A4 x 3	297 x 630
A4 x 4	297 x 841
A4 x 5	297 x 1 051

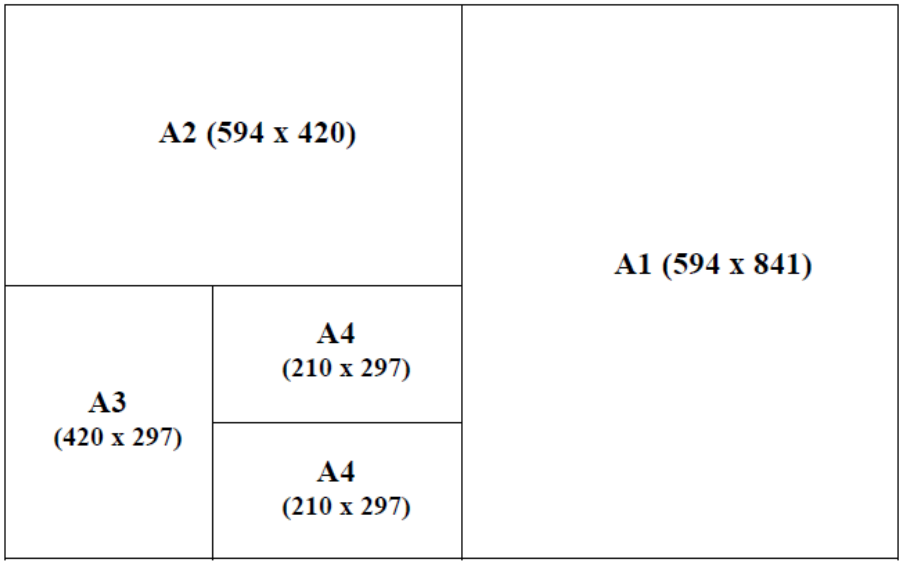
grupa formatelor alungite excepţionale

Simbol	a x b [mm]
A0 x 2	1 189 x 1 682
A0 x 3	1 189 x 2 523
A1 x 3	841 x 1 783
A1 x 4	841 x 2 378
A2 x 3	594 x 1 261
A2 x 4	594 x 1 682
A2 x 5	594 x 2 102
A3 x 5	420 x 1 486
A3 x 6	420 x 1 783
A3 x 7	420 x 2 080
A4 x 6	297 x 1 261
A4 x 7	297 x 1 471
A4 x 8	297 x 1 682
A4 x 9	297 x 1 892

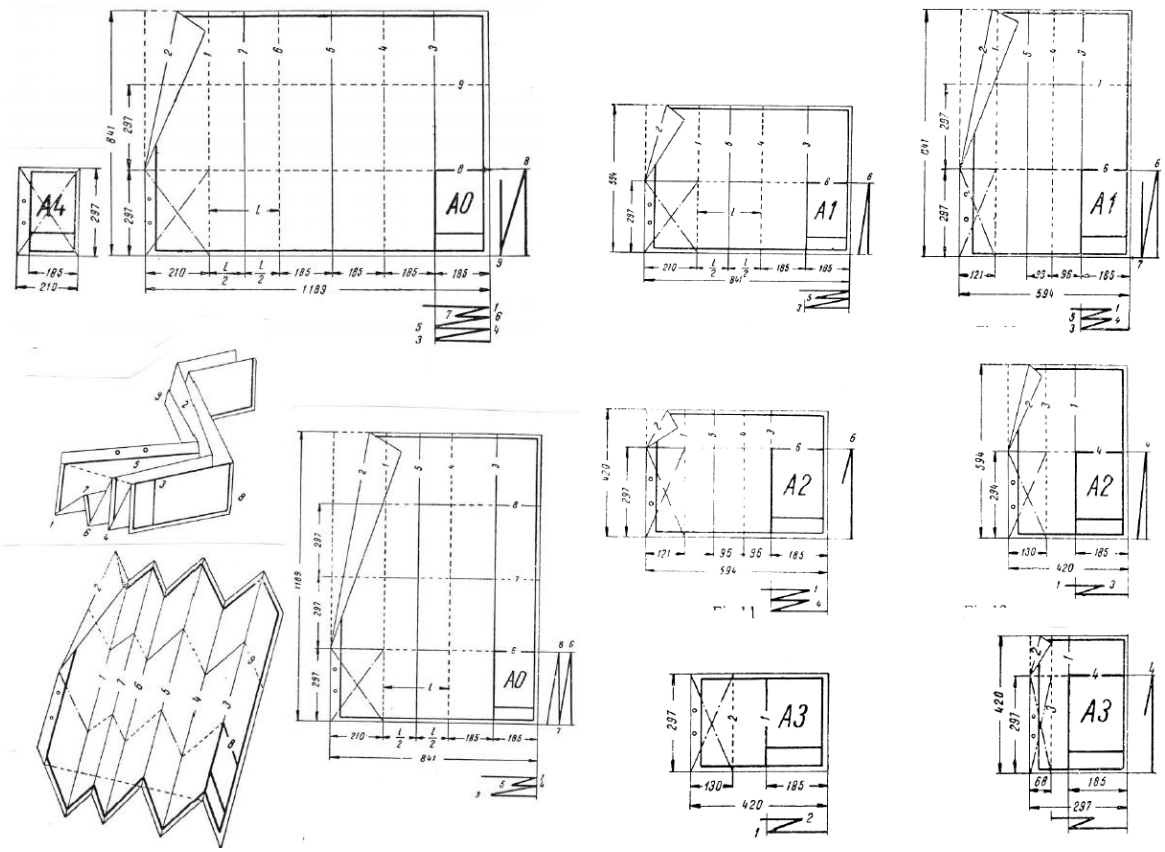
Desenul original se execută pe cel mai mic format care permite reprezentarea clară a obiectului respectiv.

Formatele pot fi utilizate fie în lungime - având ca bază dimensiunea a - fie în lăţime - având ca bază dimensiunea b. Face excepţie formatul A4 care se utilizează numai în lăţime, având ca bază dimensiunea b (b=210mm).

Format A0 (841 x 1 189)



În vederea includerii desenelor tehnice în dosarul documentaţiei tehnice a produsului, toate formatele de desen care compun documentaţia trebuie să aibă, în urma împăturirii, dimensiunile unui format A4, pe direcţie orizontală şi verticală.



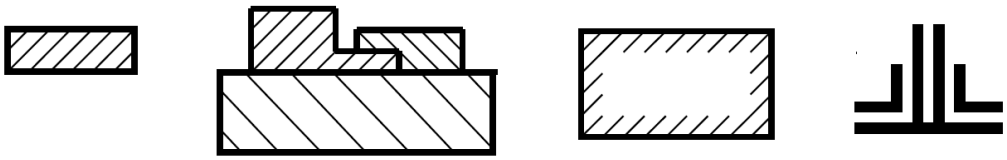
1.5.2.3 Desenarea corpurilor în vedere si secţiune

Secţiunea este reprezentarea în proiecţie ortogonală pe un plan a unui obiect după intersectarea imaginară a acestuia cu o suprafaţă (un plan) fictivă de secţionare şi îndepărtarea imaginară a părţii din obiect situată între observator şi suprafaţa respectivă de secţionare.

Proiecţia în secţiune, obţinută pe un plan de proiecţie, se construieşte trasând cu linie continuă groasă conturul exterior, conturul interior şi muchiile interioare vizibile ale porţiunii de obiect situată în spatele suprafeţei de secţionare.

Părţile pline ale pieselor metalice secţionate **se haşurează** cu linii continue subţiri, drepte, paralele şi echidistante, înclinate la 450 faţă de o linie de contur sau de o axă a reprezentării sau faţă de chenarul desenului. Distanţa dintre haşuri se alege între 0,5 - 6 mm, în funcţie de mărimea suprafeţei haşurate.

Conform STAS 104-80, pentru piesele metalice, haşura se realizează astfel:



Reprezentare grafică	Natura materialului	Reprezentare grafică	Natura materialului
	Metale		Sticlă şi alte materiale transparente
	Materiale nemetalice (cauciuc, clingherit)		Lichid
	Lemn, secţiune transversală pe fibră		Pământ
	Lemn (secţiune în lungul fibrei)		Zidărie din cărămidă refractară şi produse ceramice

1.5.2.4 Cotarea în desenul tehnic

Elementele cotării (fig. 4.1) sunt:

- **linia de cotă, (1),**
- **linia ajutătoare, (2),**
- **linia de indicaţie, (3),**
- **cota, (4),**
- **extremitatea liniei de cotă, (5).**

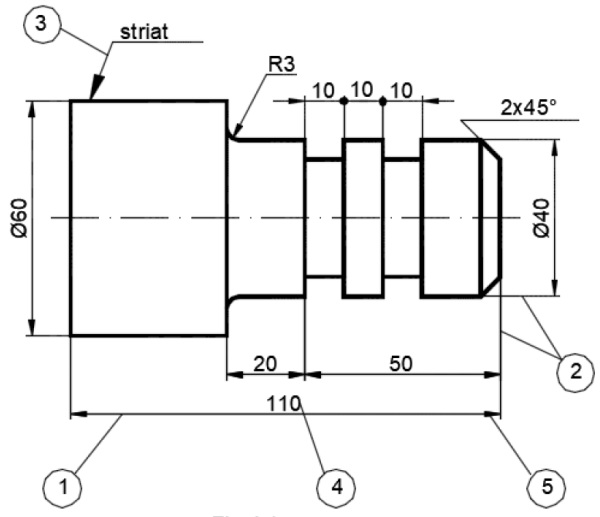


Fig.4.1

Simbol	Semnificaţie	Exemplu
ϕ	indică **un diametru**	**ϕ30**
R	indică **o rază**	**R3**
⌒	indică **lungimea unui arc**	**30**
▱	indică **latura unui pătrat**	▱ **20**
▷	indică **valoarea unei conicităţi**	▷ **1:7**
◺	indică **valoarea unei înclinaţii**	◺ **1:100**
SR	indică **raza unei sfere**	**SR20**
SD	indică **diametrul unei sfere**	**SD40**
= =	indică **egalitate informativă** a două cote alăturate (în prelungire)	= =

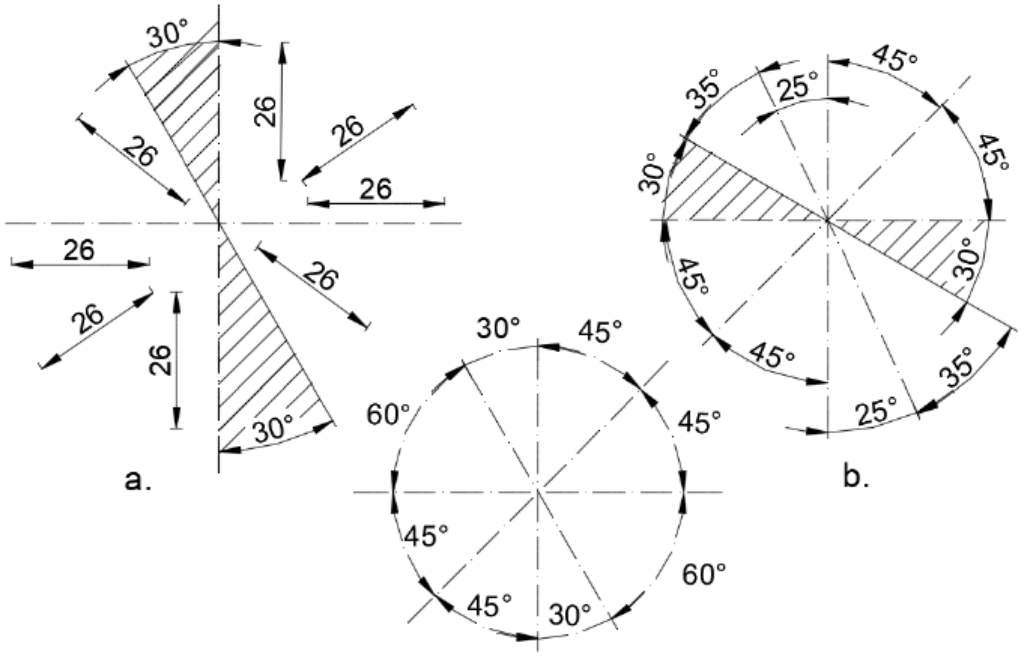


Fig.4.13

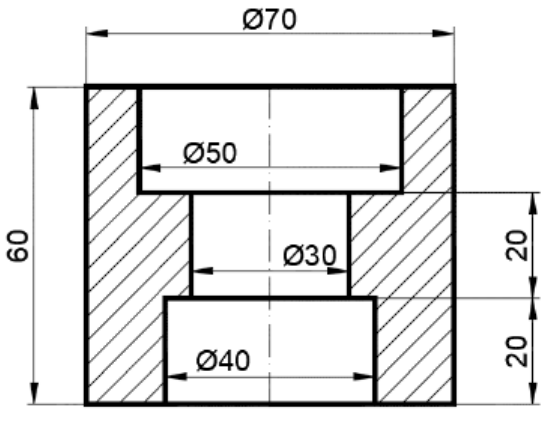


Fig.4.14

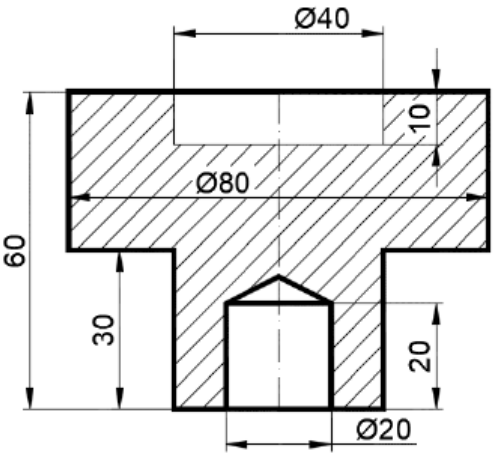


Fig.4.15

REGULI SPECIALE DE COTARE

- **Cotarea figurilor geometrice** (fig. 4.19)

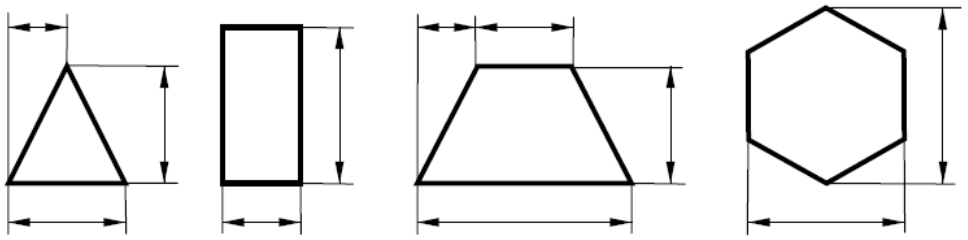


*Fig.*4.19

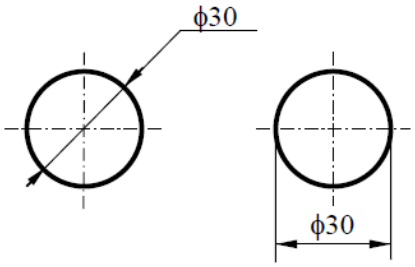


*Fig.*4.20

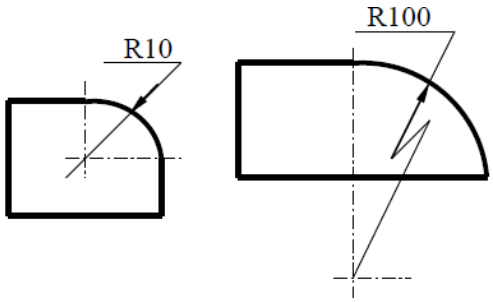


*Fig.*4.21

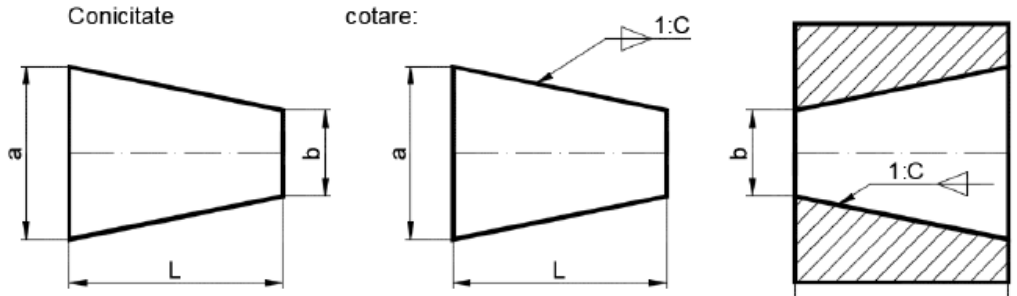
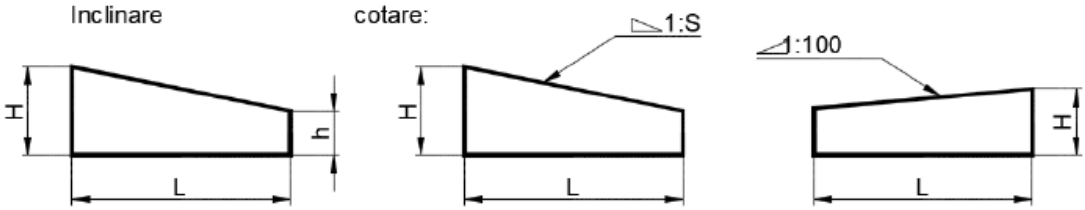


Fig.4.26



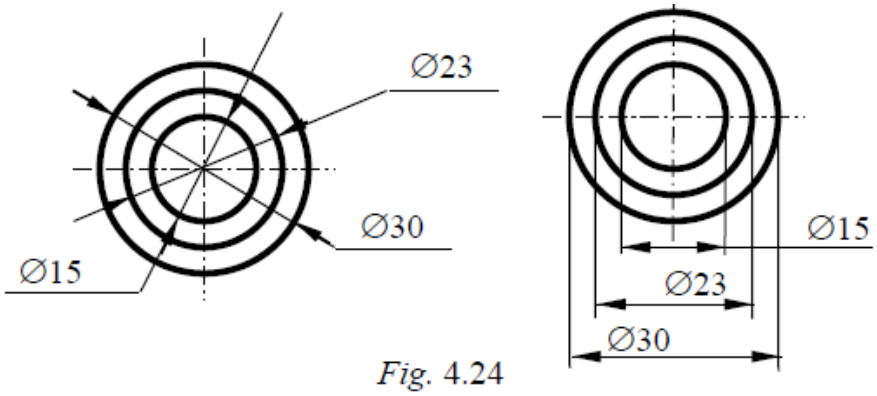


Fig. 4.24

1.5.2.5 Reprezentarea filetelor

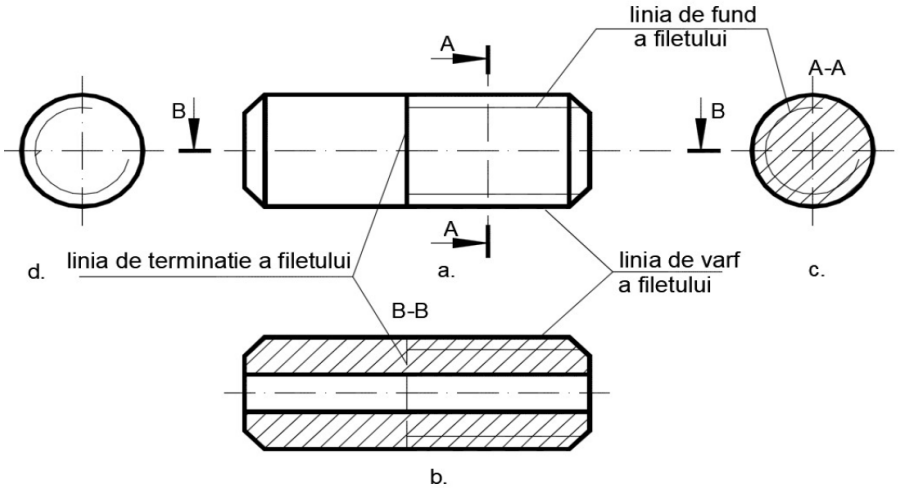
Filetul este o nervură elicoidală executată pe o suprafaţă cilindrică sau conică, exterioară sau interioară.

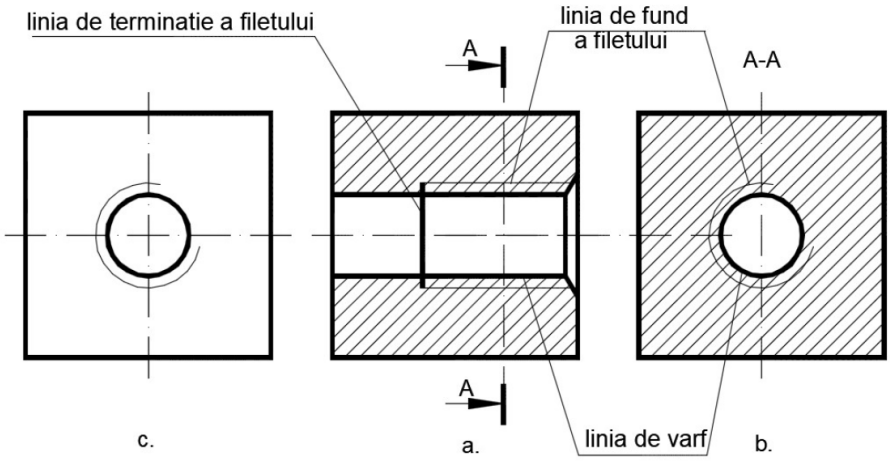
Când este realizat pe o suprafaţă de rotaţie exterioară, se numeşte **filet exterior**, iar când este realizat pe o suprafaţă de rotaţie interioară se numeşte **filet interior**.

Filetul este cel mai utilizat mijloc pentru obţinerea unei **asamblări demontabile** a două piese, a unei piese cu filet exterior numită **şurub** cu o piesă cu filet interior numită **piuliţă**

Filetele se clasifică după diverse criterii:

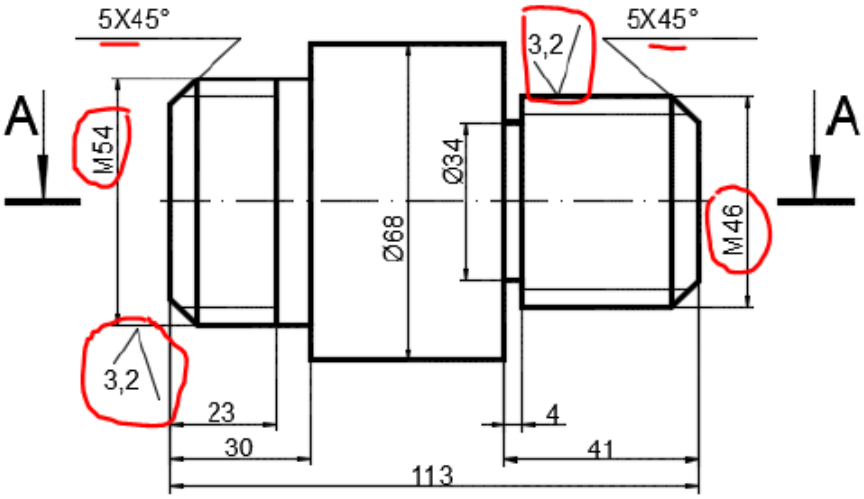
- După forma suprafeţei filetate:
  - **filet cilindric,**
  - **filet conic,**
  - **filet exterior,**
  - **filet interior.**
- După forma profilului:
  - **filet triunghiular,**
  - **filet ferăstrău,**
  - **filet trapezoidal,**
  - **filet rotund,**
  - **filet pătrat.**
- După sistemul de măsurare:
  - filet **în mm**,
  - filet **în inci** (ţoli), 1 ţol = 25,4 mm.
- După sensul elicei filetului:
  - filet **pe dreapta**,
  - filet **pe stânga**.
- După numărul de începuturi:
  - filet **simplu** – cu un început,
  - filet **multiplu** – cu mai multe începuturi: cu 2, 3, 4 începuturi.
- După modul de trecere a filetului la partea nefiletată:
  - filet **cu ieşire**,
  - filet **cu degajare**.
- După mărimea pasului:
  - filet **cu pas normal**,
  - filet **cu pas fin**,
  - filet **cu pas mare**.
- După procedeul tehnologic de execuţie:
  - filet executat prin aşchiere,
    - filet exterior executat cu cuţit sau filieră,
    - filet interior executat cu cuţit sau tarod,
  - filet executat prin rulare (deformare la rece).

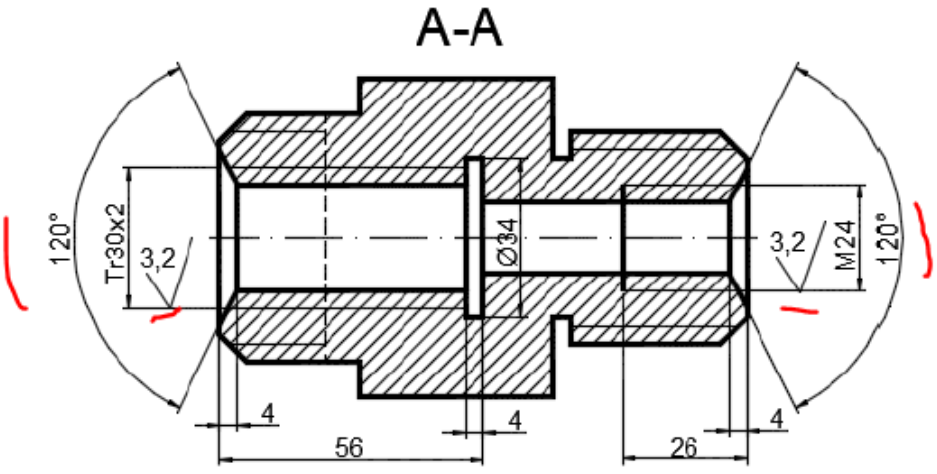




EXEMPLE DE COTARE A PIESELOR FILETATE

a)





1.5.3 Toleranţe şi control dimensional

1.5.3.1 Mijloace universale de control

Din punct de vedere constructiv mijloacele de măsurare universale pot fi:

- măsuri cu valoare constantă (metrul fără repere, calele plan-paralele de lungime, calele unghiulare, lere etc.);
- măsuri cu valoare variabilă (rigle gradate, raportoare etc.);
- instrumente şi aparate de măsurat

Masa de control

Este realizată sub forma unei plăci groase din fontă sau piatră (granit natural) montată pe picioare din oţel prevăzute la partea inferioară cu tampoane masive de cauciuc destinate amortizării vibraţiilor din exterior.



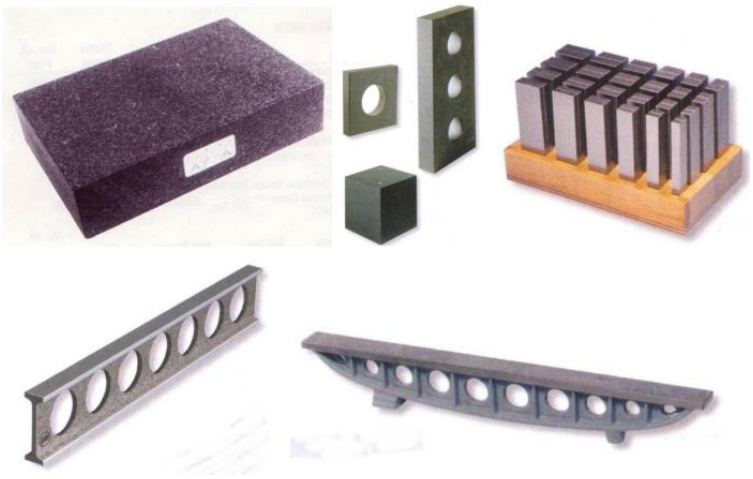
Placa de control

Este realizată în acelaşi mod şi din aceleaşi materiale ca şi masa de control dar are dimensiuni mult mai mici (vezi fig.2.2) astfel încât unele plăci de dimensiuni mai mici pot fi manevrate de către un singur operator.



Blocuri şi traverse de control

Uneori pe mesele sau pe plăcile de control se instalează blocuri sau traverse pentru a asigura aşezarea optimă a piesei controlate pe suprafaţa de lucru, aceste elemente fiind realizate din aceleaşi materiale cu mesele şi finisate cu aceleaşi precizii din punct de vedere al planităţii.



Rigle de control

În unele aplicaţii sunt utilizate în timpul operaţiilor de control şi rigle de verificare care au una sau mai multe muchii active, cele cu trei muchii (vezi fig.2.4) fiind cele mai utilizate.



Lere

Lera este o măsură fixă, nereglabilă care constă într-o plăcuţă de grosime precisă şi care poate fi folosită pentru a verifica interstiţiile dintre două piese, în cazul în care alte instrumente de măsură nu pot fi folosite comod.



Calele plan-paralele

Calele plan-paralele sunt foarte des utilizate în operaţiile de control deoarece sunt măsuri terminale înmagazinează unitatea de măsură cu o precizie foarte mare. Sunt de formă paralelipipedică şi au două feţe plane foarte precis executate sub aspect dimensional, cât şi ca formă macrogeometrică şi de aspect al stării suprafeţei. Cele două feţe plane sunt distanţate între ele cu o valoare precis realizată şi în plus de asta sunt paralele, plane şi finisate cu aspect de oglindă, în funcţie de precizia cu care sunt realizate aceste condiţii, vom întâlni cale fabricate în cinci clase de precizie notate cu 00-0-1-2-3, cea mai precisă clasă fiind clasa 00.



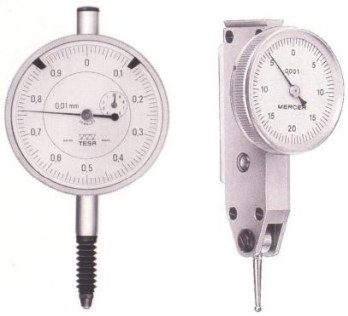
Echere

Pentru controlul unghiurilor drepte prin metoda fantei de lumină dar şi pentru reglajul unor dispozitive de control, se utilizează echerele care sunt mijloace de măsurare cu valoare fixă, care materializează unghiul nominal de 900, ele putând fi simple sau cu talpă.



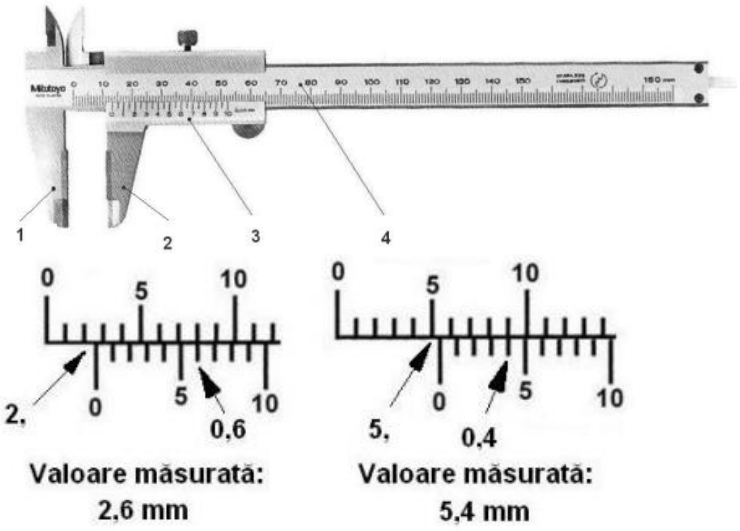
Aparate comparatoare

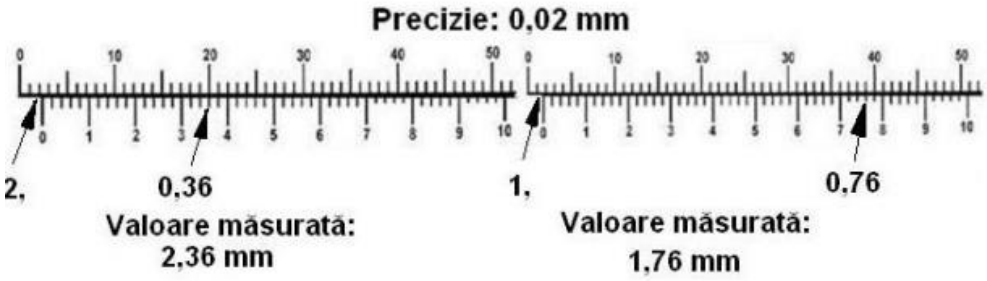
Din această categorie fac parte aparate de măsură a lungimilor care realizează controlul prin comparare cu o dimensiune pre reglată (cu ajutorul blocurilor de cale). Cele mai utilizate sunt cele mecanice care lucrează fie prin translaţia unei cremaliere, fie prin rotaţia unui braţ articulat.

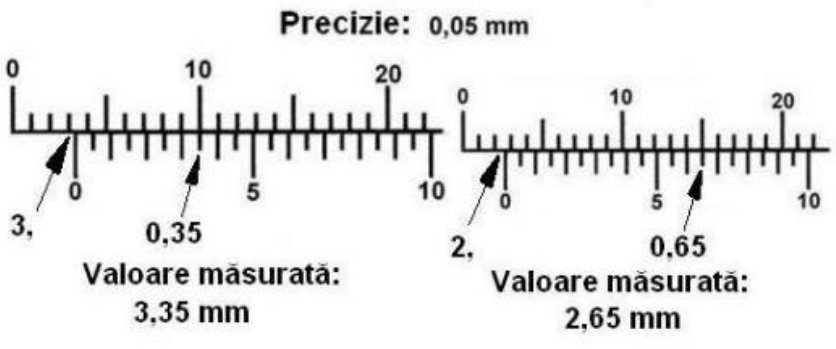


Instrumente cu scară gradată şi vernier

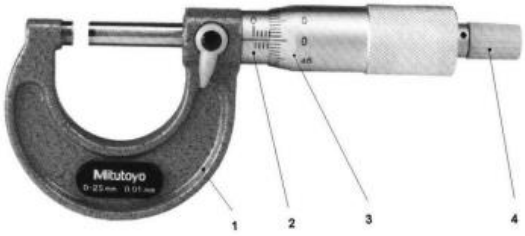
Din această categorie fac parte o serie întreagă de instrumente universale de măsură a lungimilor care sunt cunoscute sub denumirea de şublere. Acestea lucrează pe principiul riglei gradate şi a vernierului gradat.

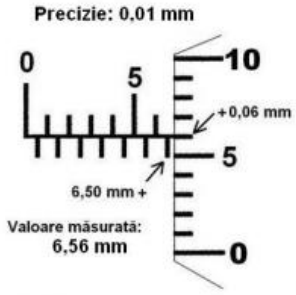






O precizie de măsurare mai bună o au instrumentele gradate cu tambur gradat, categorie din care fac parte micrometrele adică instrumentele care lucrează pe baza unui şurub micrometric





1.5.3.2 Abateri dimensionale

Alezajul este o suprafaţă cuprinsă (interioară) care poate avea o formă geometrică simplă de tip cilindru, con, poligon sau o formă complexă (canelură, filet, dantură etc.).

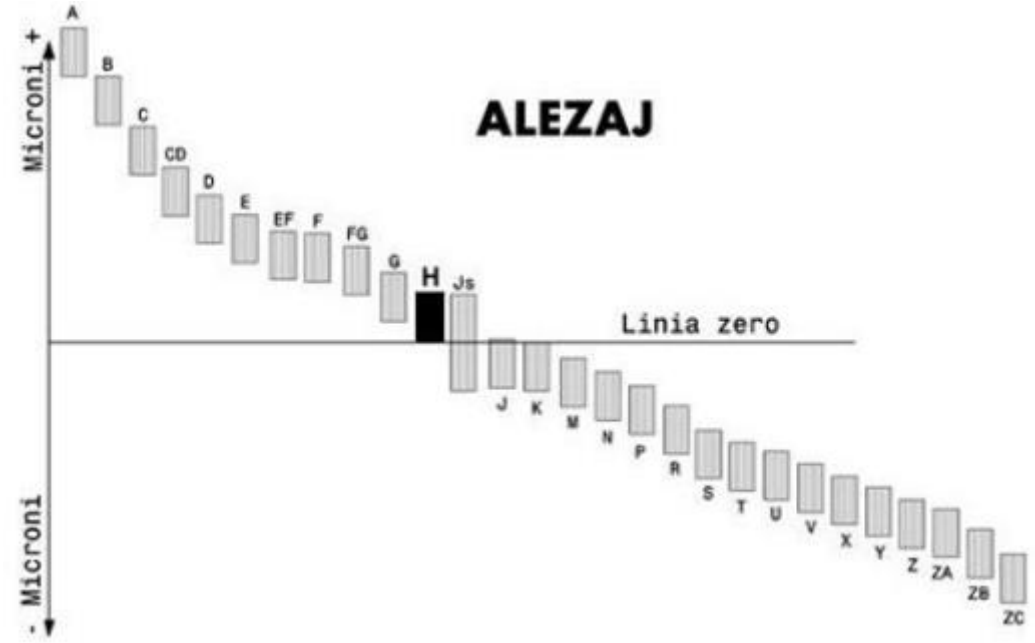
Arborele este o suprafaţă cuprinzătoare (exterioară) care în principiu poate să aibă aceeaşi formă geometrică cu a arborelui.

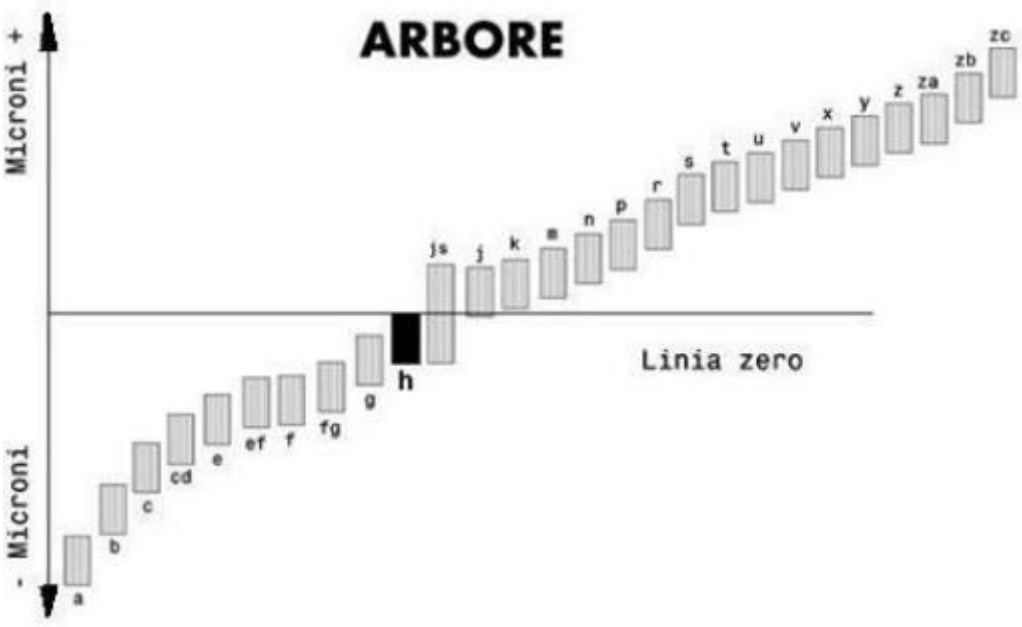
Toleranţa de execuţie notată cu (TD) şi respectiv (Td) reprezintă diferenţa dintre cele două valori limită, adică valoarea maximă şi cea minimă a diametrului şi are întotdeauna valoare pozitivă.

Cota tolerată	**Toleranţa de execuţie**
$100^{+0,8}_{+0,2}$	T100 = (+0,8) - (+0,2) = 0,6 mm
$100^{+0,6}_{0}$	T100 = (+0,6) – (0) = 0,6 mm
$100^{+0,5}_{-0,1}$	T100 = (+0,5) – (-0,1) = 0,6 mm
$100^{+0,3}_{-0,3}$	T100 = (+0,3) – (-0,3) = 0,6 mm
$100^{0}_{-0,6}$	T100 = (0) – (-0,6) = 0,6 mm
$100^{-0,2}_{-0,8}$	T100 = (-0,2) – (-0,8) = 0,6 mm

Au fost stabilite câte 28 de poziţii ale câmpurilor de toleranţă pentru alezaje şi tot atâtea pentru arbori. Aceste poziţii au fost notate prin litere, respectiv litere mari pentru alezaje (de la A la Z) şi litere mici pentru arbori (de la a la z).

Poziţiile acestor câmpuri de toleranţă faţă de linia de referinţă (linia zero) sunt prezentate în prima figură pentru cazul alezajelor şi în a doua figură pentru arbori. Se poate remarca uşor ca aceeaşi literă pentru alezaj şi pentru arbore sunt plasate în zone cu semn opus. Adică spre exemplu, litera (A) de la alezaj arată că toleranţa rezultă din abaterea inferioară şi ce superioară ambele pozitive, în schimb litera (a) de la arbore are ambele abateri, inferioară şi superioară, negative.





Pentru a asigura interschimbabilitatea pieselor în condiţiile unei fabricaţii raţionale mai ales în ceea ce priveşte exploatarea sculelor şi verificatoarelor ISO prevede ajustaje preferenţiale în sistemul alezaj unitar şi arbore unitar (în tabelul de mai jos). În

tabel au fost prezentate doar clasele de precizii 6, 7 şi 8, adică doar cele mai des întâlnite în domeniul construcţiei de maşini iar cu fonturi îngroşate au fost prezentate cele recomandate în primul rând.

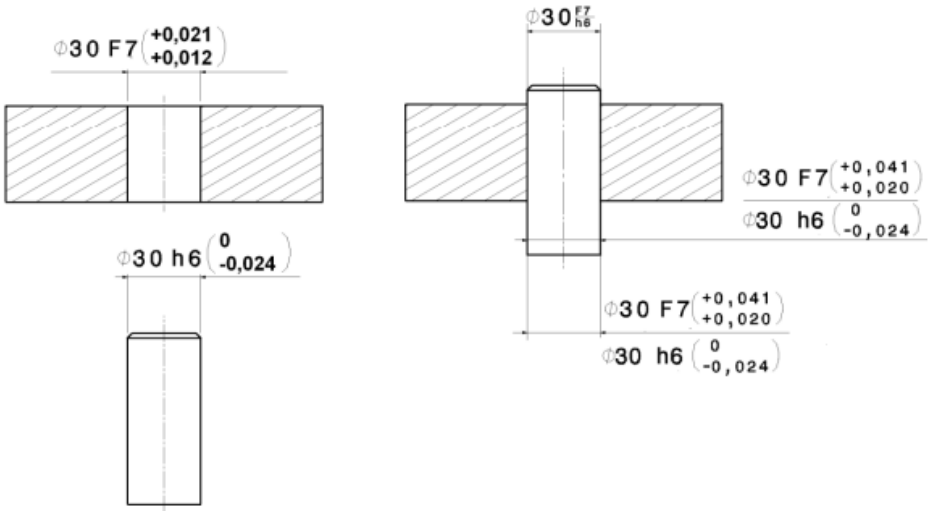
Se remarcă alezajul H7 din sistemul alezaj unitar care poate realiza cele mai multe ajustaje recomandate cu diferite tipuri de arbori în scopul obţinerii unor ajustaje dorite. De asemenea, se remarcă faptul că, de regulă, arborele se ia cu o treaptă de precizie mai mică decât a alezajului.

Alezaj unitar	H6	e7, f6, g5, h5, j5, k5, m5, n5, p5, r5, s5, t5, u5, v5, x5
	H7	c8, d8, **e8**, f6, **f7**, **g6**, **h6**, **j6**, **k6**, **m6**, **n6**, **p6**, **r6**, **s6**, t6, **u6**, v6, **x6**, y6, **z6**
	H8	a9, b9,c9, **d9**, e9, **f8**, h7, **h8**, j7, k7, m7, n7, p7, r7, s7, u7, x7, y7, z7
Arbore unitar	**h6**	G7, **H7**, J7, K7, M7,N7, P7, R7, S7, U7, X7, Z7
	h7	F7, **H8**
	h8	E7, F8, **H8**

Caracterul acestor ajustaje poate fi mai uşor înţeles dacă se urmăreşte tabelul de mai jos unde combinaţia dintre alezaj şi arbore conduce la obţinerea diferitelor ajustaje.

Alezaj unitar	**Alezaj**	**Arbore**		
	H	a, b, c, d, e, f, g, h	j, k, m, n	p, r, s, t, u, v, x, y, z
		Cu joc	Intermediar	Cu strângere
Arbore unitar	**Arbore**	**Alezaj**		
	h	A, B, C, D, E, F, G, H	J, K, M, N	P, R, S, T, U, V, X, Y,Z
		Cu joc	Intermediar	Cu strângere

Înscrierea dimensiunilor şi a toleranţelor cotelor pe desenele de execuţie se face prin indicarea dimensiunii nominale urmate de simbolul clasei de precizie (simbolul poziţiei câmpului de toleranţă plus a treptei de precizie) la care se va da în paranteză şi abaterile limită exprimate în milimetri, iar în cazul unui montaj se dau cele două clase de precizie sub formă de fracţie, la numărător fiind dată clasa alezajului iar la numitor clasa arborelui.



Dimensiunea nominala ,[mm]		CLASELE DE TOLERANTE																	
Peste	Pana la (inclusiv)	a11	b11	c11	d9	d11	e8	f7	g6	h6	h7	h9	h11	js6	k6	n6	p6	r6	s6
6	10	-280 -370	-150 -240	-80 -170	-40 -76	-40 -130	-25 -47	-13 -28	-5 -14	0 -9	0 -15	0 -36	0 -90	± 4,5	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23
10	18	-290 -400	-150 -260	-95 -205	-50 -93	-50 -160	-32 -59	-16 -34	-6 -17	0 -11	0 -18	0 -4	0 -110	±5,5	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28
18	30	-300 -430	-160 -290	-110 -240	-65 -117	-65 -195	-40 -73	-20 -41	-7 -20	0 -13	0 --21	0 -52	0 -130	±6,5	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35
30	40	-310 -430	-170 -330	-120 -280	-80 -142	-80 -240	-50 -89	-25 -50	-9 -25	0 -16	0 -25	0 -62	0 -160	±8	+18 +2	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43
40	50	-320 -480	-180 -340	-130 -290															
50	65	-340 -530	-190 -380	-140 -330	-100 -174	-100 -290	-60 -106	-30 -60	-10 -29	0 -19	0 -30	0 -74	0 -190	±9,5	+21 +2	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+72 +53
65	80	-360 -550	-200 -390	-150 -340														+62 +43	+78 +59
80	100	-380 -600	-220 -440	-170 -390	-120 -207	-120 -340	-72 -126	-36 -71	-12 -34	0 -22	0 -35	0 -87	0 -220	±11	+25 +3	+45 +23	+59 +76	+73 +51	+93 +71
100	120	-410 -630	-240 -460	-180 -400														+76 +54	+101 +79
120	140	-460 -710	-260 -510	-200 -450	-145 -245	-145 -395	-85 -148	-43 -83	-14 -39	0 -25	0 -40	0 -100	0 -250	±12,5	+28 +3	+68 +43		+88 +63	+117 +92
140	160	-520 -770	-280 -530	-210 -460														+90 +65	+125 +100
160	180	-580 -830	-310 -560	-230 -480														+93 +68	+133 +108
180	200	-660 -950	-340 -630	-240 -530	-170 -285	-170 -460	-100 -172	-50 -96	-15 -44	0 -29	0 -46	0 -115	0 -290	±14,5	+33 +50	+60 +31	+79 +50	+106 +77	+151 +122
200	225	-740 -1030	-380 -670	-260 -550														+109 +80	+159 +130
225	250	-820 -1110	-4320 -710	-280 -570														+113 +84	+169 +140

Elaborat de: Dr. ing. Oșan Andrei

CLASELE DE TOLERANTE

Peste	Pana la (inclusiv)	A11	B11	C11	D10	E9	F8	H7	H8	H9	H11	JS7	K7	N7	P7	R7	S7
6	10	+370 +280	+240 +150	+170 +80	+98 +40	+61 +25	+35 +13	+15 0	+22 0	+36 0	+90 0	±7,5	+5 -10	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32
10	18	+400 +290	+260 +150	+260 +95	+120 +50	+75 +32	+43 +16	+18 0	+27 0	+43 0	+110 0	±9	+6 -12	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39
18	30	+430 +300	+290 +160	+240 +110	+149 +65	+92 +40	+53 +20	+21 0	+33 0	+52 0	+130 0	±10.5	+6 -15	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48
30	40	+470 +310	+330 +170	+280 +120	+180	+112 +50	+64 +25	+25 0	+39 0	+62 0	+160 0	±12,5	+7 -18	-8 -33	-17 -42	-25 -50	-34 -59
40	50	+480 +320	+340 +180	+290 +130	+80												
50	65	+530 +340	+380 +190	+330 +140	+220 +100	+134 +60	+76 +30	+30 0	+46 0	+74 0	+190 0	±15	+9 -21	-9 -39	-21 -51	-30 -60	-42 -72
65	80	+550 +360	+390 +200	+340 +150												-32 -62	-48 -78
80	100	+600 +380	+440 +220	+390 +170	+260 +120	+159 +72	+90 +36	+35 0	+54 0	+87 0	+220 0	±17,5	+10 -25	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93
100	120	+630 +410	+460 +240	+400 +180												-41 -76	-66 -101
120	140	+710 +460	+510 +260	+450 +200	+305 +145	+185 +85	+106 43	+40 0	+63 0	+100 0	+250 0	±20	+12 -28	-12 -52	-28 -68	-48 -88	-77 -117
140	160	+770 +520	+530 +280	+460 +210												-50 -90	-85 -125
160	180	+830 +580	+560 +310	+480 +230												-53 -93	-93 -133
180	200	+950 +660	+630 +340	+530 +240	+355 +170	+215 +100	+122 +50	+46 0	+72 0	+115 0	+290 0	±23	+13 -33	-14 -60	-33 -79	-60 -106	-105 -151
200	225	+1030 +740	+670 +380	+550 +260												-63 -109	-113 -159
225	250	+1110 +820	+710 +420	+570 +280												-67 -113	-123 -169

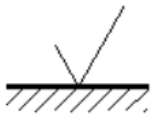
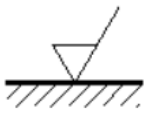
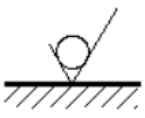
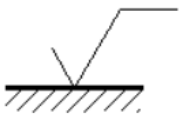
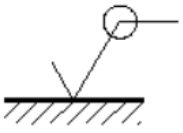
1.5.4 Abateri microgeometrice (rugozitatea suprafeţelor)

Ansamblul neregularităţilor ce formează relieful suprafeţei reale şi care sunt definite convenţional în limitele unei secţiuni fără abateri de formă se numeşte rugozitatea suprafeţei. Aceste neregularităţi apar datorită mişcării oscilatorii a vârfului sculei, frecării tăişului sculei pe suprafaţa piesei, vibraţiilor de înaltă frecvenţă ale sculei sau ale maşinii unelte. Rugozitatea suprafeţelor se măsoară în micrometri (μm) şi se determină cu aparate speciale.

Criteriile de apreciere a rugozităţii sunt:

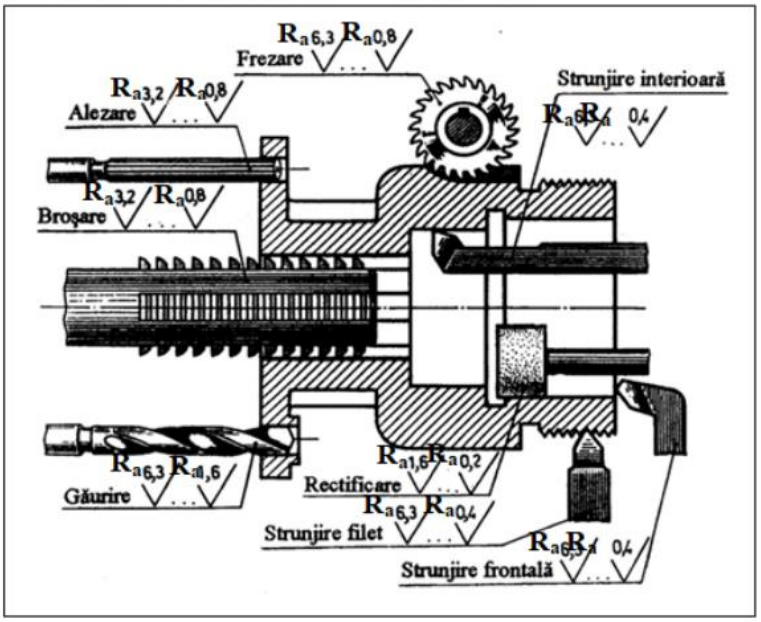
- abaterea medie aritmetică a profilului Ra este valoarea medie a ordonatelor (y1,y2....yn) punctelor profilului efectiv faţă de linia medie a profilului.
- înălţimea medie a neregularităţilor Rz este distanţa medie dintre cele mai înalte cinci puncte de vârf şi cele mai joase cinci puncte de fund ale profilului efectiv, măsurate pe o paralelă la linia medie care nu taie profilul.
- înălţimea maximă a neregularităţilor Rmax reprezintă distanţa dintre liniile exterioare şi interioare paralele cu linia medie, care trec prin vârful cel mai înalt şi cel mai de jos al profilului.

Indicarea stării suprafeţelor

Simbolul de bază	dacă este cerută o îndepartare de material prin prelucrare	dacă este interzisă îndepartarea de material	dacă este necesar sa fie indicate caracteristici speciale ale stării suprafeței	dacă pentru toate suprafețele piesei este prescrisă aceeasi rugozitate
				

O suprafaţă este cu atât mai netedă cu cât Ra este mai mic. Există 14 clase de rugozitate, notate cu N0…N13, în care valoarea Ra variază între 0,015…100 μm. Alegerea valorii rugozităţii unei suprafeţe se face în funcţie de condiţiile de funcţionare şi montaj. Odată stabilită rugozitatea fiecărei suprafeţe a piesei, valoarea acesteia va determina procedeele de prelucrare a piesei respective.

Legătura dintre procedeul tehnologic şi rugozitate



0,2 - superfinisare, şlefuire
0,4 - superfinisare, honuire
0,8 - rectificare fină
1,6 - rectificare
3,2 - strunjire fină, frezare fină
6,3 - strunjire, frezare
12,5-strunjire grosieră, frezare grosieră, mortezare, debitare
25
50 } turnare
100

Nr.	Procedeul de prelucrare	Rugozitatea *Ra* [µm] 50 25 12,5 6,3 3,2 1,6 0,80 0,40 0,20 0,10 0,05 0,025 0,012
1.	Turnare în forme de nisip	
2.	Turnare în forme fuzibile	
3.	Turnare sub presiune	
4.	Rulare la cald	
5.	Forjare	
6.	Matriţare	
7.	Extrudare	
8.	Laminare la rece, trefilare	
9.	Tăiere cu flacără	
10.	Curăţare grosolană cu abraziv	
11.	Debitare cu fierăstrăul	
12.	Găurire	
13.	Frezare chimică	
14.	Electroeroziune - EDM	
15.	Frezare	
16.	Broşare	
17.	Alezare cu bară	
18.	Prelucrare cu fascicul de electroni	
19.	Prelucrare cu LASER	
20.	Prelucrare electrochimică	
21.	Alezare pe strung şi strunjire	
22.	Tobare	
23.	Rectificare electrolitică	
24.	Rulare	
25.	Rectificare	
26.	Honuire	
27.	Lustruire electrică	
28.	Lustruire	
29.	Lepuire	
30.	Superfinisare	

2. PROGRAMAREA MAȘINI-UNELTE CU COMANDĂ NUMERICĂ – STABILIREA ORIGINII COORDONATELOR

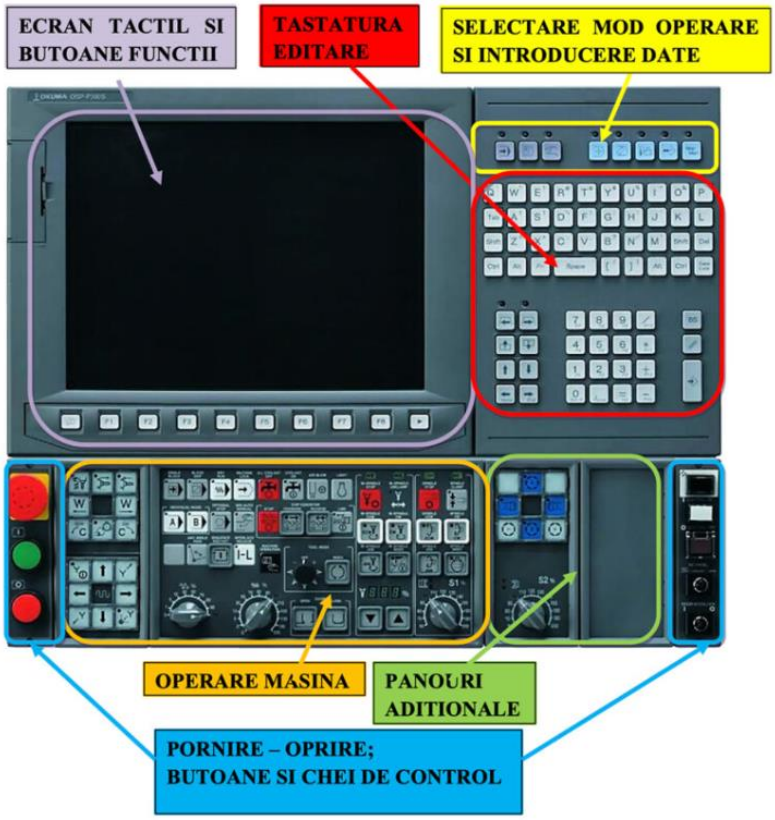
Programarea mașinilor-unelte cu comandă numerică înseamnă introducerea unor secvențe de instrucțiuni în mașina-unealtă CNC care comandă axele, sculele, masa și alte componente necesare prelucrării prin așchiere a reperului. Această programare este în prezent foarte automatizată datorită proiectării asistată de calculator (CAD). Dar de multe ori se face manual sau asistat de o interfață conversațională grafică.

Codul G (de asemenea denumit **RS-274**), care are mai multe variante, este numele comun pentru cele mai utilizat limbaj de programare de control numeric (CNC). Acesta este utilizat în principal la prelucrarea asistată de calculator pentru a controla mașinile-unelte automate.

Codurile G sunt denumite și coduri/funcții pregătitoare. Acestea sunt orice cuvânt dintr-un program de CNC care începe cu litera G urmat de un număr. În general, este un cod care spune mașinii unelte ce tip de acțiune trebuie să efectueze, cum ar fi mișcarea rapidă (duce unealta cât mai repede posibil prin spațiu la locul unde va avea loc așchierea).

```
File  Edit  Format  View  Help
%
O5000 (F_CONTOUR  _T1_2.TAP)
( MCV-OP ) (11-JUL-2012)
(SUBR  OUTINES: O2 .. O0)
G90 G17
G80 G49 G40
G54
G91 G28 Z0
G90
M01
N1 M6 T1
(TOOL -1- MILL DIA 10.0 R  0. MM )
G90 G00 G40 G54
G43 H1 D31 G0 X 104.81 Y -0.007 Z50. S1000 M3
M8
(------------------------)
(F-CONTOUR  -T1-2 - PR  OFILE)
(------------------------)
G0 X 104.81 Y -0.007 Z10.
G0 Z2.
G1 Z -10. F 33
G3 X 104.152 Y 8.706 R 58.823 F100
G3 X 101.975 Y 17.794 R 55.944
G3 X 99.681 Y 23.741 R 62.09
G3 X 96.85 Y 29.474 R 76.985
G3 X 94.054 Y 34.304 R 102.884
G3 X 91.119 Y 38.907 R 153.613
G3 X 87.544 Y 44.185 R 295.404
G1 X 83.037 Y 50.698
G2 X 79.212 Y 56.4 R 275.894
G2 X 75.718 Y 62.023 R 157.641
G2 X 72.286 Y 68.307 R 107.127
G2 X 69.531 Y 74.406 R 83.864
G2 X 66.9 Y 82.197 R 71.611
G2 X 64.615 Y 96.613 R 66.563
G2 X 64.53 Y 99.993 R 70.661
G0 Z10.
M30
```

Termenul "Cod-G" este imprecis, acesta provine de la sensul literal al termenului, referindu-se la o singură adresă literă şi codurile specifice care pot fi formate cu ea (de exemplu, G00, G01, G28). Dar, fiecare literă a alfabetului este folosită undeva în limbaj. Cu toate acestea, "Codul-G" este numele comun al limbajului pentru programarea maşinilor-unelte cu comandă numerică.



Maşinile unelte cu comandă numerică utilizează limbajul cod G (G-code), cunoscut şi ca limbaj NC (NC code). Acesta este un limbaj destul de criptic, fiind conceput aşa datorită faptului că iniţial maşinile unelte cu comandă numerică nu aveau foarte multă memorie la dispoziţie.

O linie de program tipică, este formată din cuvinte – litere urmate de numere:
N110 G90 G00 X5.66 Y120.42 M03 S1500

- *N110* – numărul de ordine al liniei de program
- *G90* – coordonatele exprimate sunt in sistem de coordonate absolut (faţă de originea maşinii)
- *G00* – mişcare de poziţionare rapidă
- *X5.66 Y120.42* – coordonatele carteziene ale poziţiei următoare
- *M03* – start spindle
- *S1500* – la turaţia de 1500 rot/min

Cuvintele sunt grupate împreună astfel încât numai un cuvânt dintr-un anumit grup poate fi activ la un moment dat. Spre exemplu, în grupul cuvintelor referitoare la mişcare, vom regăsi:

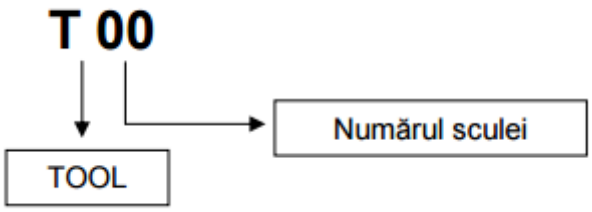
- *G00* – mişcare rapidă (de poziţionare)
- *G01* – mişcare de avans liniară
- *G02* – mişcare de avans circulară în sensul acelor de ceasornic
- *G03* – mişcare de avans circulară în sensul contrar acelor de ceasornic

Cu timpul, standardul şi-a atins limitele, iar producătorii de maşini unelte au decis să extindă, apoi să dezvolte propriile limbaje de programare pentru CNC-uri. În piaţă nu a existat o voce unică, astfel încât astăzi fiecare producător de echipament electronic de control pentru CNC oferă şi susţine versiunea proprie a limbajului de programarea maşinilor-unelte cu comandă numerică.

2.1 Noţiuni fundamentale privind programarea CNC

2.1.1 Definirea sculelor – FUNCŢIA T (TOOL)

Codificarea sculelor se realizează prin indicarea a două perechi de numere 00 şi 00, precedate de cuvântul cheie T, care semnifică "sculă" (tool). Prima pereche de numere 00 corespunde numărului sculei, care este asociat cu poziţia acesteia în magazia de scule (turelă), iar a doua pereche indică numărul corecţiei sculei.



1. Într-un bloc din program nu poate fi introdusă decât o comandă T
2. Când într-un bloc se programează şi deplasări ale sculei şi comanda T atunci blocul poate fi executat în următoarele două moduri , funcţie de maşină:
   a. Cele două comenzi sunt executate simultan;
   b. Funcţia T va fi executată până la finalizarea mişcării de deplasare;
3. Se recomandă programarea funcţiei T şi a comenzilor de deplasare în blocuri diferite

Ex : N1 G00X1000Y1400;
N2 T03 (selectează scula 3);
N3 X400Y1050;

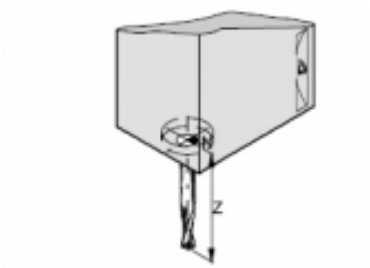
2.1.2 Corecţia sculelor

Corecţia sculelor este utilizată pentru a compensa abaterile de lungime şi de rază a sculelor, abateri datorate :

- Erorilor de măsurare introduse la măsurarea lungimii de compensare a sculelor;
- Uzurii sculelor în limitele uzurii acceptate a acestora;

Măsurarea sculelor implică determinarea următoarelor valori :

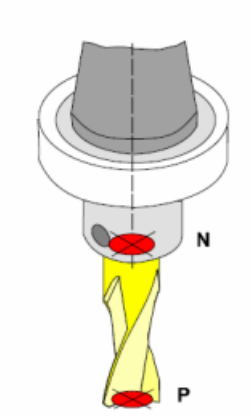
- Distanţa între punctul N şi punctul P măsurate pe direcţia axei Z – lungimea sculei;
- Raza sculei;



2.1.3 Măsurarea lungimii sculelor (compensarea de lungime)

Echipamentul CNC utilizează pentru poziţionarea sculei punctul P, care reprezintă punctul de pe suprafaţa frontală a sculei prin care trece axa sculei. Valorile coordonatelor pe cele două axe ale planului de lucru sunt coordonatele acestui punct.

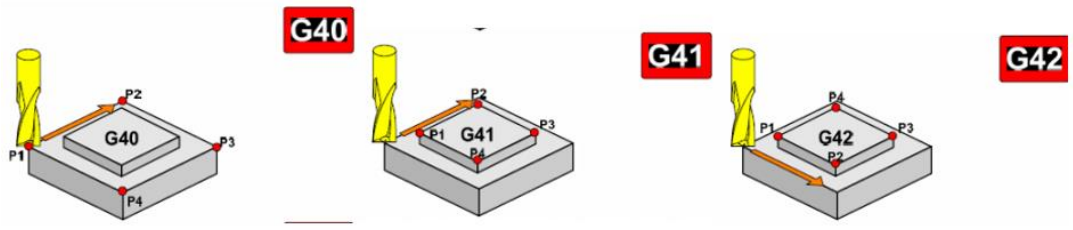
Pentru fiecare sculă ce va fi utilizată în program trebuie să fie măsurată distanţa pe axa Z între punctul P şi N. Aceste determinări trebuie efectuate după fiecare operaţie de montare/demontare a sculei.



2.1.4 Compensarea de rază/diametru a sculelor

Fiecare sculă de rotaţie este definită prin lungime şi rază.

În situaţia prelucrărilor pe contur ale pieselor, profilul programat este urmărit de punctul P, care reprezintă axul sculei , punct în care raza sculei este 0.



Se recomandă utilizarea comenzilor de compensare de rază în cadrul cărora centrul sculei se deplasează în mod automat pe un profil paralel cu profilul programat aflat la o distanţă egală cu raza sculei, întotdeauna programându-se profilul din desen indiferent de raza sculei.

Comenzile pentru compensarea de rază sunt :

- G40 – fără compensare de rază
- G41 – compensare de rază când profilul de prelucrat se află în dreapta tăişului, în sensul de avans al sculei
- G42 – compensare de rază când profilul de prelucrat se află în stânga tăişului, în sensul de avans al sculei

Exemplu : G00 Z-2.5
G00 G42 X48 D1
M98 P0018
G01 Z-5 M98 P0018
G00 Z50
G40 G49

Programe

Programul principal

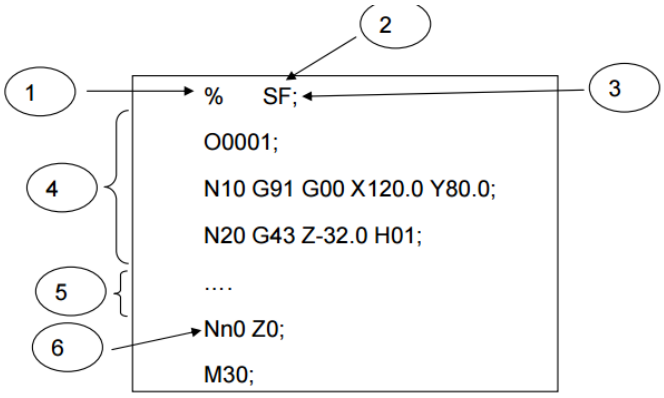
1. Banda de start – simbolul % ce indică începutul unui program

2. Secţiunea de început – este utilizată pentru înscrierea numelui programului 3. Start program – simbolul ; (LF sau CR) ce se introduce imediat după secţiunea de început;

4. Secţiunea programului – zona ce conţine comenzile de uzinare;

5. Secţiunea de comentarii – zona cu indicaţii ale programatorului

6. Banda de sfârşit program - simbolul % ce indică sfârşitul unui program



Adrese utilizate în programe :

- O... - numărul programului urmat de un număr cuprins între 1 şi 9499;
- N... - numărul blocului : un număr între 1 şi 9999;â
- G... . simbolul comenzilor de lucru;
- X,Z,U,V – simbolul axelor;
- R – raza, parametru;
- C .- teşitură;
- F – avans
- S – turaţia;
- T – scula;
- M – funcţii auxiliare;
- P – întârziere, subprogram;
- Q – parametri ciclu;

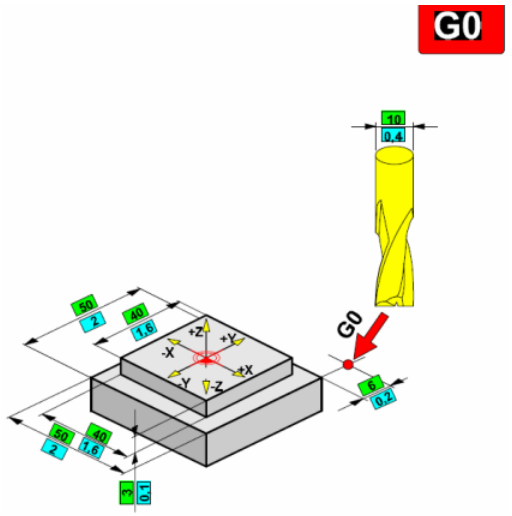
Secţiunea programului este formată din blocuri. Sintaxa unui bloc este următoarea :

N... G... X... Z... F... S... T.. M...

2.1.5 Funcţii de comandă G

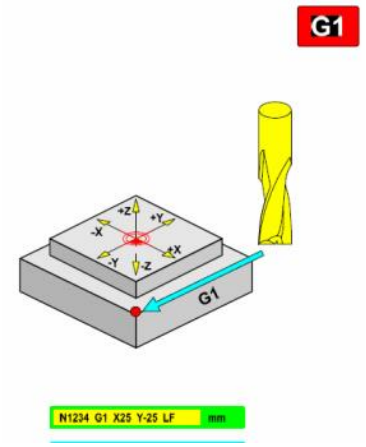
Comanda de interpolare liniară G00

Format : **G00 X(U)... Z(W)....**

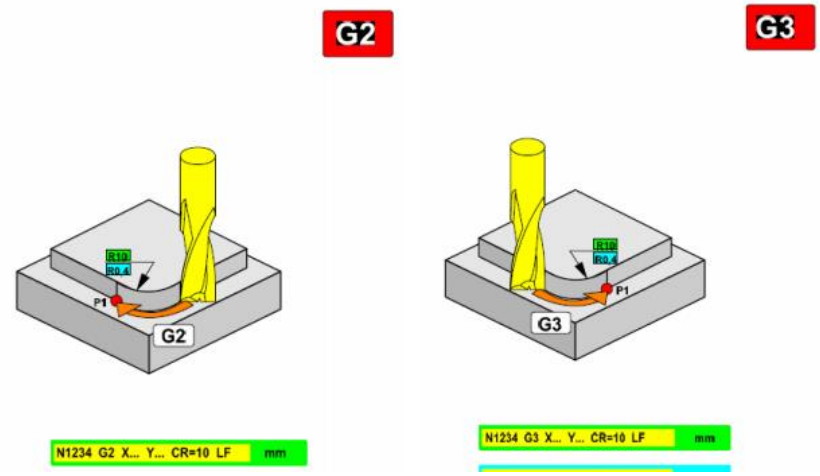


2.1.6 Comanda de interpolare liniară G01

Format : **G01 X... Y.... Z... F...**



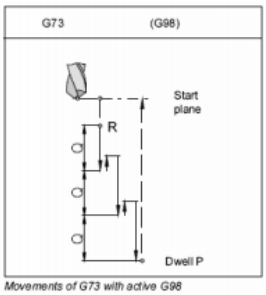
2.1.7 Comenzile de interpolare circular G02/G03



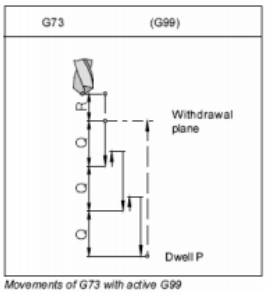
2.1.8 Ciclul de găurire G73 cu ruperea aşchiei

Format : **N.. G98(G99) G73/G83 X.. Y.. Z.. (R...) P... Q... F... K...**

Scula pătrunde în material cu valoarea Q, după care se retrage 1mm pentru ruperea aşchiei, apoi pătrunde iar cu un pas Q, până la atingerea cotei de adâncime programată



Movements of G73 with active G98



Movements of G73 with active G99

G98(G99) – returnează planul de start (planul de retragere) **X,Y..** – poziţia găurii

Z – valoarea absolută (incrementală) a adâncimii găurii

R[mm] – valoarea absolută (cu G91 incrementală) a poziţiei planului de retragere

P[msec] – timpul de aşteptare la fundul găurii P1000=1 sec

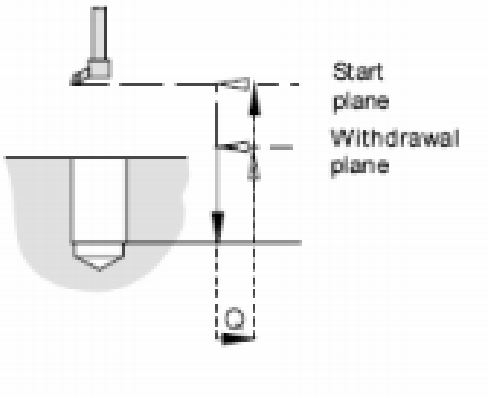
Q[mm] – adâncimea de pătrundere

K – numărul de repetiţii

2.1.9 Ciclul de alezare cu bara de alezat G76

N.. G98(G99) G76 X.. Y.. Z.. (R...) F... Q... K...

Scula se poziţionează cu avans rapid la planul de poziţionare şi apoi la adâncimea găurii cu avansul de lucru programat, axul maşinii se opreşte orientat, scula se deplasează valoarea Q cu avans rapid, se ridică la planul de retragere şi revine în poziţia iniţială



G98(G99) – retragere la planul de start (planul de retragere)

X,Y – poziţia găurii

Z – valoarea absolută (incrementală) a adâncimii găurii

R[mm] – valoarea absolută (cu G91 incrementală) a poziţiei planului de retragere

F – avansul

Q[mm] – distanţa de repoziţionare orizontală

K – numărul de repetiţii

2.1.10 Ciclul de găurire G81

Format : **N.. G98(G99) G81 X.. Y.. Z.. (R...) F... K...**

Scula parcurge de sus până la fund gaura de prelucrat cu avansul de lucru programat şi se retrage cu avans rapid la planul de retragere

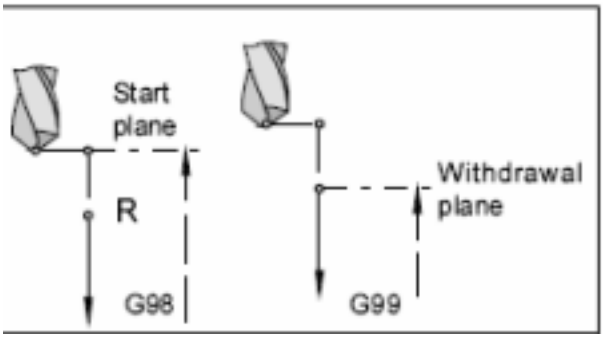
G98(G99) – retragere la planul de start (planul de retragere)

X,Y – poziţia găurii

Z – valoarea absolută (incrementală) a adâncimii găurii

R[mm] – valoarea absolută (cu G91 incrementală) a poziţiei planului de retragere **F** – avansul

K – numărul de repetiţii



2.1.11 Ciclul de găurire G82 cu întârziere la fundul găurii

Format : **N.. G98(G99) G82 X.. Y.. Z.. (R...) P... F... K...**

Scula parcurge de sus până la fund gaura de prelucrat cu avansul de lucru programat, aşteaptă acolo un timp programat pentru curăţirea fundului găurii şi se retrage cu avans rapid la planul de retragere:

G98(G99) – retragere la planul de start (planul de retragere)

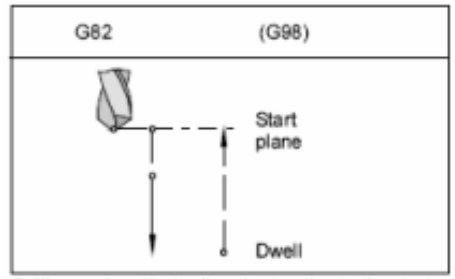
X,Y – poziţia găurii

Z – valoarea absolută (incrementală) a adâncimii găurii

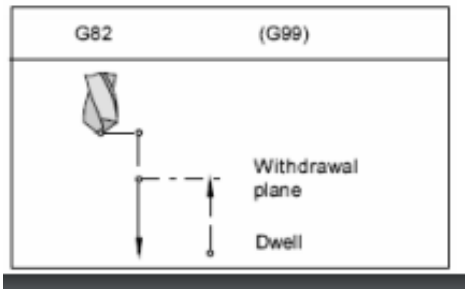
R[mm] – valoarea absolută (cu G91 incrementală) a poziţiei planului de retragere **P**[msec] – timpul de aşteptare la fundul găurii P1000=1 sec

F – avansul

K – numărul de repetiţii



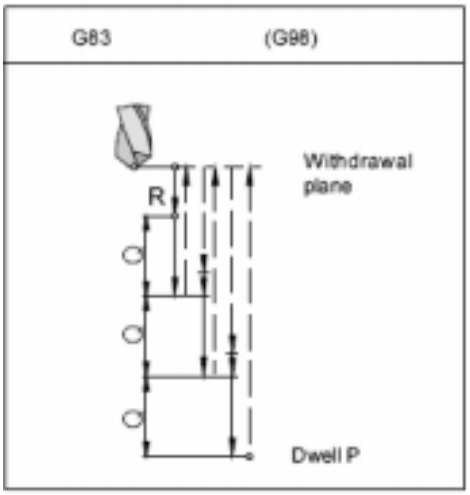
Drilling cycle with dwell and retraction to the start plane



2.1.12 Ciclul de găurire G83 cu ruperea aşchiei şi retragere la planul de retragere

Format : **N.. G98(G99) G83 X.. Y.. Z.. (R...) P... Q... F... K...**

Scula pătrunde în material cu pasul Q, se întoarce la planul de start (G98) sau la planul de retragere (G99) , rupe aşchia şi o evacuează din gaură, se deplasează cu avans rapid la 1mm deasupra pasului de pătrundere următor, aşchiază încă un pas ş.a.m.d. până atinge cota de prelucrat.



G98(G99) – retragere la planul de start (planul de retragere)

X,Y – poziţia găurii

Z – valoarea absolută (incrementală) a adâncimii găurii

R[mm] – valoarea absolută (cu G91 incrementală) a poziţiei planului de retragere

P[msec] – timpul de aşteptare la fundul găurii P1000=1 sec

F – avansul

Q[mm] – adâncimea la o pătrundere

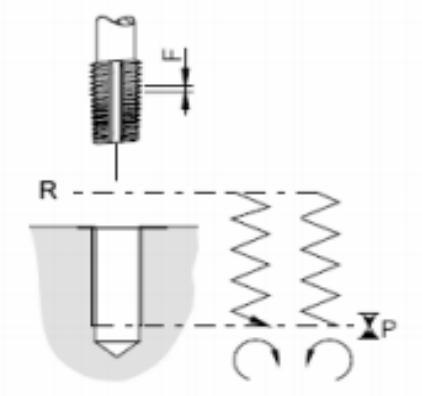
K – numărul de repetiţii

2.1.13 Ciclul de filetare cu tarodul G84

Format : **N.. G98(G99) G84 X.. Y.. Z.. (R...) F... P...K...**

In cazul acestui ciclu va trebui folosită o mandrină de filetare cu compensare de lungime. Butonul de modificare procentuală a turaţiei trebuie să fie **100%.**

Scula avansează în sensul acelor de ceasornic până la adâncimea programată, aşteaptă timpul P, după care se inversează sensul de rotaţie şi se retrage cu acelaşi avans.



G98(G99) – retragere la planul de start (planul de retragere)

X,Y – poziţia găurii

Z – valoarea absolută (incrementală) a adâncimii găurii

R[mm] – valoarea absolută (cu G91 incrementală) a poziţiei planului de retragere

P[msec] – timpul de aşteptare la fundul găurii P1000=1 sec

F – avansul

K – numărul de repetiţii

2.1.14 Ciclul de alezare G85

Format : **N.. G98(G99) G85 X.. Y.. Z.. (R...) F... K...**

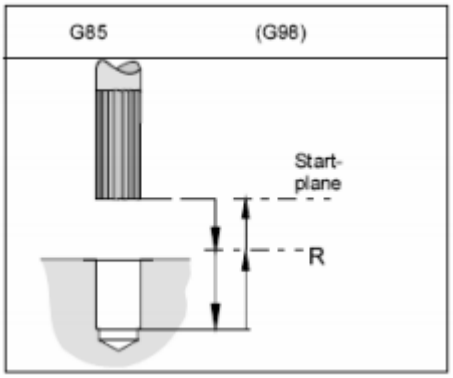
Scula pătrunde cu avansul de lucru până la fundul găurii şi se retrage apoi cu avans rapid (G98) la planul de retragere.

G98(G99) – retragere la planul de start (planul de retragere)

X,Y – poziţia găurii

Z – valoarea absolută (incrementală) a adâncimii găurii **R**[mm] – valoarea absolută (cu G91 incrementală) a poziţiei planului de retragere

P[msec] – timpul de aşteptare la fundul găurii P1000=1 sec **F** – avansul , **K** – numărul de repetiţii



2.1.15 Exemple de programe pentru CNC

O Exemplul 1 Conturare G41,G42,G40

N1 T1 M6;

N2 S2000 M3;

N3 G00 X-15 Y-15 Z50;

N4 G01 Z0 F200;

N5 G41 X0 Y0 D1 F100; (CORECTIE)

N6 Y40;

N7 X30 Y80;

N8 X60;

N9 G02 X100 Y40 R40;

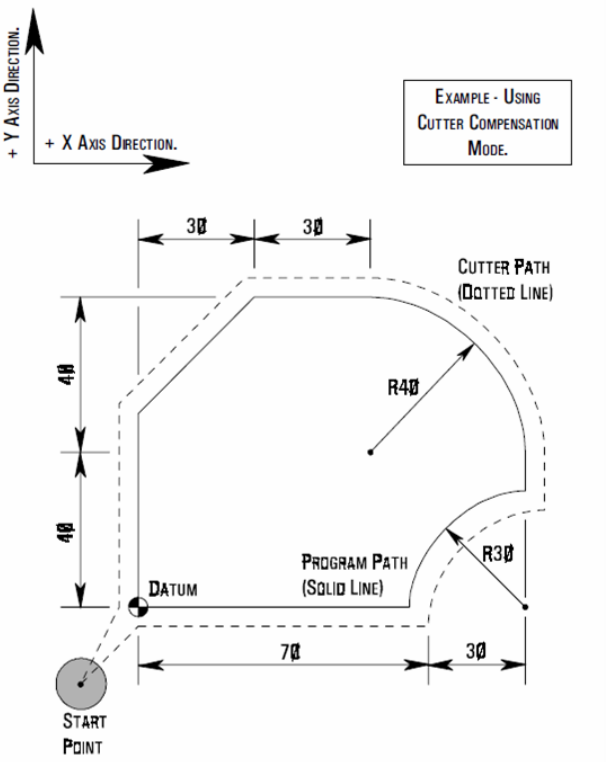
N10 G01 Y30;

N11 G03 X70 Y0 R30;

N12 G01 X0;

N13 G40 X-15 Y-15; (ANULARE CORECTIE)

N14 G00 Z50



Exemplul 2 Conturare G41,G42,G40

N05 G92 X0 Y0 Z0

N10 G90 G17 G0 G41 D07 X250 Y550

N15 G1 Y900 F150

N20 X450

N25 G3 X500 Y1150 R650

N30 G2 X900 R-250

N35 G3 X950 Y900 R650

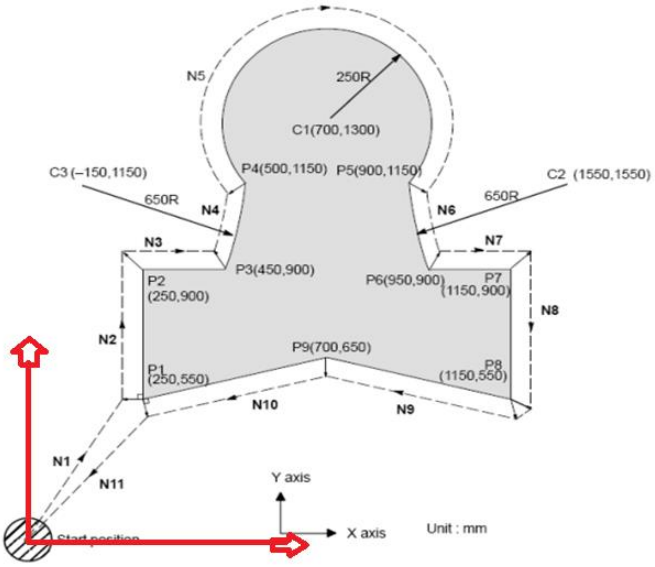
N40 G1 X1150

N45 Y550

N50 X700 Y650

N55 X250 Y550

N60 G0 G40 X0 Y0



Exemplul 3 Conturare FARA CORECTIE

N40 G90 G00 X0 Y0

N50 G01 X-10 Y-20 R8 (P1)

N60 G01 X-50 R10 (P2)

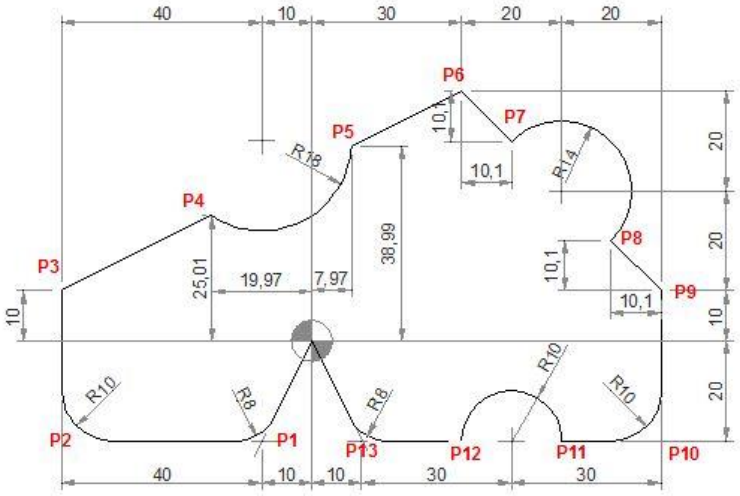
N70 Y10 (P3)

N80 X-19.97 Y25.01 (P4)

N90 G03 X7.97 Y38.99 R18 (P5)

N100 G01 X30 Y50 (P6)

N110 G91 X10.1 Y-10.1 (P7)



N120 G90 G02 X59.9 Y20.1 R14 (P8) N130 G01 X70 Y10 (P9)

N140 Y-20 R10 (P10)

N150 X50 (P11)

N160 G03 X30 R10 (P12)

N170 G01 X10 R8 (P13)

N180 X0 Y0

Exemplul 4 Găurire ciclu G83

N10 M06 T01

N20 G90 G00 X10 Y30 Z12 S1000 M03

N30 G99 G81 X10 Y30 Z-17 R2 F75 (gaura 1)

N40 Y10 (gaura 2)

N50 X30 (gaura 3)

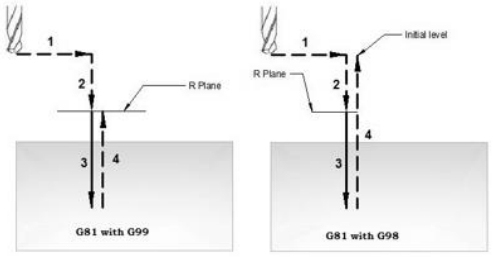
N60 Y30 (gaura 4)

N70 G98 X90 (gaura 5)

N80 G99 Y10 (gaura 6)

N90 X110 (gaura 7)

N100 G98 Y30 (gaura 8)



N110 G91 G80 G28 X0 Y0 Z0 M05

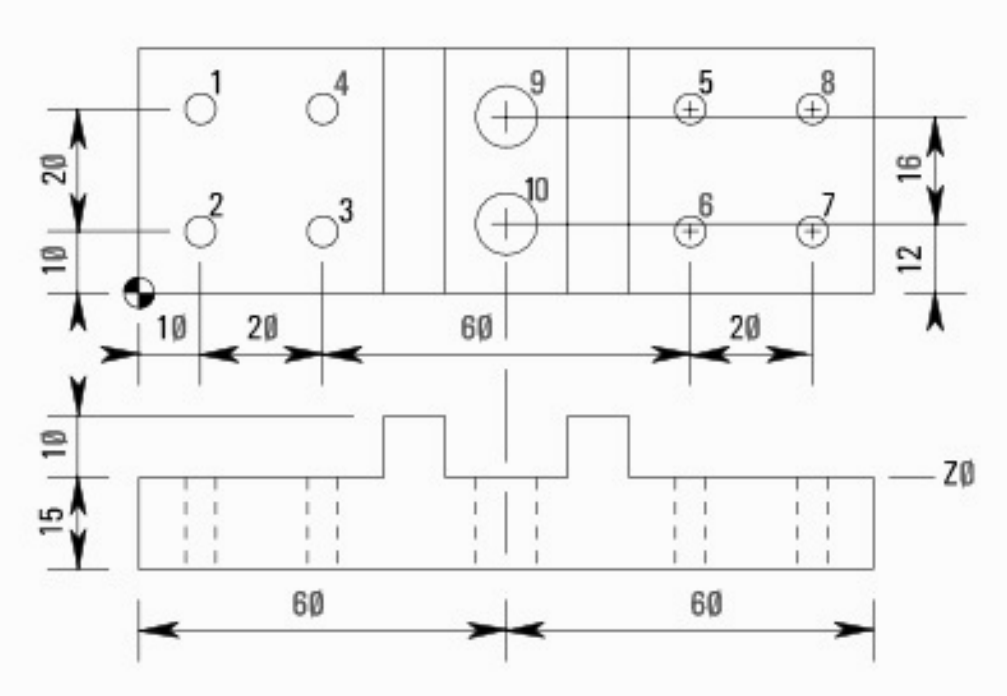
N120 M06 T02

N130 G90 G00 X60 Y28 Z12 S750 M03

N140 G99 G83 X60 Y28 Z-17 Q6 R2 F60 (gaura 9) N150 G98 Y12 (gaura 10)

N160 G91 G80 G28 X0 Y0 Z0 M05

N170 M30

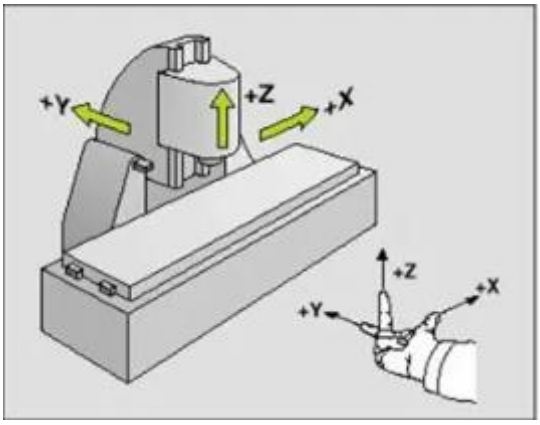


2.2 Stabilirea originilor de coordonate

2.2.1 Determinarea axelor şi a sensului deplasărilor

În domeniul comenzii numerice s-a adoptat noţiunea de axă, pentru a defini fiecare direcţie fixă de deplasare rectilinie sau circulară, deplasare care poate fi executată de organele mobile comandate ale maşinii-unelte. Axelor maşinii-unelte li se atribuie o anumită simbolizare şi sensuri de deplasare, puse de acord la nivel internaţional prin Recomandarea ISO R-841, iar la nivel naţional prin STAS 8902-83.

Rolul normativelor este de a crea un limbaj comun pentru diferite tipuri de maşini unelte CNC, respectiv fabricanţii şi utilizatori. Mişcările rectilinii executate de centrului de prelucrat formează un sistem geometric de coordonate. Pentru stabilirea axelor şi a sensului pozitiv de deplasare, se utilizează regula mâinii drepte: degetul mare reprezintă +X, arătătorul +Y, iar mijlociul +Z.



Determinarea axelor şi a sensului pozitiv cu ajutorul regulii mâinii drepte

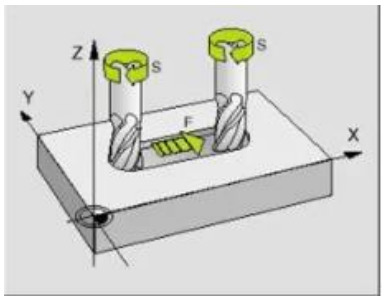
Axa Z este identică sau paralelă cu axa arborelui principal al maşinii.

Axa X este în majoritatea cazurilor orizontală şi paralelă cu suprafaţa mesei, reprezentând în multe cazuri axa cu cursa cea mai mare.

2.2.2 Stabilirea originii sistemului de coordonate.

a) Originea sistemului de coordonate a piesei (OP). Ales convenabil de către tehnologul programator, în timpul proiectării şi generării programului de prelucrare a piesei. Este definit ca punctul în care XP=0, YP=O, ZP=0. Poate fi ales într-unul din

colturile piesei centrul piesei, centrul unei găuri, sau diferite alte zone convenabile ale piesei, de obicei centrul unor forme geometrice simple.



Exemplu de origine a sistemului de coordonate al piesei in colţul piesei

Pe lângă originea piesei, mai există:

b) Originea sistemului de coordonate a maşinii, adică maşina în sine, prin axele sale are un sistem de coordonate. Se mai numeşte “zero maşină” (0M), definit prin XM=0, YM=0, ZM=0. De obicei acest punct se afla la unul din capetele fiecărei axe. Acesta este un sistem rigid din punct de vedere geometric, fiind stabilit de producător in momentul asamblării şi reglării maşinii. Operatorul nu are de obicei acces la modificarea acestei origini.

2.2.3 Modul de lucru

Orice piesă pe care dorim să o prelucrăm trebuie mai întâi poziţionată pe masa maşinii. Prin asta aliniem feţele semifabricatului să fie paralele şi, sau perpendiculare cu direcţiile de deplasare a axelor.

Următorul pas este arătăm calculatorului CNC exact unde este piesa pe masa maşinii", ea putând fi oriunde amplasată de operator. Pentru asta se identifică pe rând cu un instrument de măsură prins în locul sculei aşchietoare, poziţia suprafeţelor sau a muchiilor piesei. Acest lucru se face prin deplasarea manuală a axelor maşinii şi palparea piesei. În momentul în care instrumentul de măsură ne indică alinierea axei arborelui principal cu una din muchiile piesei, "se arată" calculatorului maşinii acest lucru. De exemplu X Piesă = 0, urmând ca pentru celelalte direcţii (Y, Z) să se procedeze la fel. Din faptul că am definit XP=0, YP=O şi ZP=O rezultă un punct numit originea sistemului de coordonate a piesei.

Se poate trece la prelucrarea efectivă prin rularea programului de prelucrare, maşina realizând piesa în poziţia corectă pe semifabricat datorită stabilirii corecte a originii.

2.2.4 Etapele setării originii sistemului de coordonate

1. Determinarea axelor şi a sensului mişcărilor: se face privind maşina din faţă, cu uşa de acces deschisă. Utilizând regula mâinii drepte, descrisa mai sus, se stabilesc axele si sensurile deplasărilor.
2. Deplasarea axelor maşinii: se trece în modul de deplasare manual cu ajutorul butonului reprezentat printr-o mână de pe panoul maşinii. Se selectează de exemplu axa X cu ajutorul selectorului de axă. Se alege incrementul convenabil deplasării pentru o gradaţie a roţii de mână. În cazul în care se lucrează cu uşa deschisă, se tine apăsat butonul galben de siguranţă. La fel axa Y şi axa Z.
3. Stabilirea originii sistemului de coordonate a piesei: se va stabili originea în unul din colţurile piesei paralelipipedice montate pe masa maşinii. Instrumentul de măsură utilizat la depistarea precisă a suprafeţelor piesei, este un ceas comparator 3D montat în conul arborelui principal în loc de sculă aşchietoare.



Prin deplasarea axelor într-o poziţie favorabilă vom atinge cu palpatorul dispozitivului suprafaţa laterală a piesei pe direcţia X. Incrementul de deplasare se va selecta treptat tot mai mic in măsură ce palpatorul se apropie de piesă, pentru a evita o coliziune şi mărirea preciziei de poziţionare.

În momentul în care instrumentul indică 0, înseamnă că centrul arborelui principal este aliniat cu suprafaţa laterală, palpată, a piesei pe direcţia X. În acest punct XP, se indică calculatorului CNC acest lucru, la fel şi pentru axa Y rezultând YP=0.

Pentru axa Z se montează în locul ceasului comparator, scula cu care se doreşte prelucrarea piesei. Poziţionăm manual scula deasupra piesei cu ajutorul selectorului de axă şi a roţii de mână.

Folosim o cală de mărime cunoscută aşezată pe suprafaţa piesei, apropiem manual partea frontală a sculei spre cală. În momentul în care distanţa este sub aprox.

10mm, mutăm cala din dreptul sculei, selectam un increment de avans al roţii de mână mai mic, şi ne apropiem până când estimăm că suprafaţa frontală a sculei coincide cu suprafaţa superioară a calei. Verificăm dacă cala intră uşor cu puţină frecare între suprafaţa piesei şi vârful sculei. În caz contrar deplasăm + sau — până găsim acest punct, dar de fiecare data când deplasam scula spre cala, din motive de siguranţă cala va fi scoasă de sub sculă.

Se indica valoarea ZP= mărimea calei. De fapt când vârful sculei va atinge suprafaţa piesei ZP este 0.

Astfel s-a îndeplinit reglajul de origine a piesei şi după încărcarea programului piesă în calculatorul maşinii, va urma prelucrarea efectivă.

BIIBLIOGRAFIE

Tehnologia prelucrării pe maşini unelte cu comandă numerică- Note de Curs – Marius Cosma

Geometrie descriptivă- Îndrumător de lucrări practice- Anamaria Dăscălescu şi Alina Pop

Desen Tehnic Industrial, Reprezentările, cotarea, notarea şi înscrierea desenului tehnic, Anamaria Dăscălescu

Toleranţe şi control dimensional, Mircea Tero şi Monica Tero

RAMIRA
Automotive development

ANOFM
AJOFM
MARAMUREȘ

OPERATOR LA MAȘINI-UNELTE CU COMANDĂ NUMERICĂ

ELABORAT DE: DR. ING. OȘAN ANDREI