

UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA
BIBLIOTECA CENTRALĂ

Nr. Inv. 624.116
Dulap 181 Lit. c

UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" TIMIȘOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

ING. PANTILIE DOANDEȘ

TEZA DE DOCTORAT

CONTRIBUȚII LA ÎMBUNĂTĂȚIREA
TEHNOLOGIEI DE DEBITARE A PIESELOR DIN
TABLĂ PENTRU CONSTRUCȚII METALICE

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC

PROF. DR.ING. IOAN CARABA

TIMIȘOARA
1998

24704

CUPRINS

INTRODUCERE		I-- VII
CAPITOLUL I	624. 116 181 C	1
MATERIALE UTILIZATE LA EXECUTAREA CONSTRUCȚILOR		
METALICE		1
1.1	Oțeluri utilizate pentru confecționarea construcțiilor metalice	1
1.1.1	Oțeluri de uz general	6
1.1.2	Oțeluri rezistente la coroziunea atmosferică	8
1.1.3	Oțeluri pentru construcții sudate	9
1.1.4	Oțeluri cu limită de curgere ridicată	10
1.1.5	Oțeluri aliate	10
1.2	Aliaje de aluminiu	10
CAPITOLUL II		
BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" TIMIȘOARA		
TIPURI DE CONSTRUCȚII METALICE ALCĂTUIRE ȘI FORME		13
2.1	Săli de sport	13
2.2	Poduri de șosea	16
2.3	Hale industriale	21
2.4	Structuri de susținere a liniilor electrice aeriene.	27

2.5	Hangare	28
2.6	Rezervoare sferice	29
2.7	Construcții metalice hidrotehnice.	30
2.8	Palete metalice eoliene	32
2.9	Concluzii.	33

CAPITOLUL III

COMPLEMENTE DE MATEMATICĂ	37	
3.1	Noțiunea de funcție	37
3.1.1	Graficul unei funcții	37
3.1.2	Exemplu funcția liniară	37
3.2	Geometria plană.	38
3.2.1	Punctul și dreapta	38
3.2.2	Segment de dreaptă	38
3.2.3	Triunghiul	39
3.2.4	Poligonul	39
3.2.5	Cercul	39
3.2.6	Elipsa	39
3.2.7	Parabola	39
3.3	Determinarea datelor geometrice	40
3.4	Generarea prin metoda interpolării liniare	42

3.5	Concluzii	44
CAPITOLUL IV		45
STRUCTURA SISTEMELOR DE COMANDĂ A MAȘINILOR DE DEBITAT		
4.1	Generalități.	45
4.2	Noțiuni privind sistemele automate.	49
4.3	Programarea mașinilor de debitat în coordonate x y	52
4.3.1	Sisteme de cotare	52
4.3.2	Date tehnologice	53
4.3.3	Informații auxiliare	54
4.3.4	Concluzii	54
CAPITOLUL V		
DEBITAREA PRIN TĂIERE TERMICĂ		55
5.1	Tăierea termică	55
5.1.1	Gaze folosite la tăiere	55
5.1.1.1	Oxigenul	55
5.1.1.2	Gaze combustibile.	57
5.1.1.3	Acetilena	57
5.1.1.4	Metanul.	58

5.1.1.5 Propanul.	59
5.1.1.6 Butanul.	59
5.1.1.7 Hidrogenul.	59

CAPITOLUL VI

UTILAJE PENTRU TĂIERE	62
6.1 Utilaje pentru tăierea manuală	62
6.2 Utilaje pentru tăierea mecanizată	63
6.2.1 Mașina CSIOMMAT.	64
6.2.2 Mașina MATTOR	64
6.2.3 Mașina MATT-A	65
6.2.4 Mașina HANCOCH	66
6.2.4.1 Elemente ale codurilor mașina HANCOCH	69
6.2.5 Mașina MESSER-GRIESHIEM	70
6.2.6 Mașina APOLDA	72
6.2.7 Mașina KONGSBERG-M.I.N.C.	74
6.2.8 Mașina LOGATOM.	75
6.2.9 Mașina de debitat cu laser	77
6.3 Debitare prin erodare cu ultrasunete	82
6.4 Debitare prin eroziune electrică în câmp magnetic	86
6.5 Debitare prin eroziune electrică	87

6.5.1	Utilaje pentru prelucrarea prin eroziune electrică	91
6.6	Utilaje pentru debitarea cu jet de apă	93
6.6.1	Mașina de debitat cu jet de apă.	96
6.7	Debitarea prin forfecare	99
 CAPITOLUL VII		
 ANALIZA TEHNOLOGIILOR DE DEBITARE		
7.1	Debitarea după desen.	101
7.2	Debitarea după șablon.	103
7.3	Debitarea după program	104
7.4	Concluzii	106
 CAPITOLUL VIII		
 REALIZAREA PROGRAMĂRII INSTALAȚIEI DE DEBITAT ÎN		
CORDONATE X Y		
8.1	Cerințele instalației de debitat	111
8.2	Aspectul geometric al conturului de debitat	113
8.3	Programul principal	118
8.4	Subrutina date intrare	118
8.5	Segment de dreaptă	120

8.6	Subrutina arc de cerc.	135
8.7	Subrutina centru l.	136
8.8	Subrutina unghi l.	136
8.9	Deducerea noului contur pentru fanta diferită de zero	137
8.10	Concluzii	144

CAPITOLUL IX

REALIZAREA MODELULUI FUNCȚIONAL AL MAȘINII DE

	DEBITAT ÎN CORDONATE X Y	145
9.0	Alcătuirea modelului funcțional	145
9.1	Interfața calculator -mașină	146
9.2	Pupitru de comandă	150
9.3	Ansamblul mecano-cinematic.	155
	Concluzii	159

CAPITOLUL X

CONSIDERAȚII FINALE ȘI CONTRIBUȚII PRIVIND TEHNOLOGIA

	DE DEBITAT	161
--	-------------------	-----

	BIBLIOGRAFIE	171
--	---------------------	-----

	ANEXA 1	179
--	----------------	-----

	Elemente ale limbajului BASIC	179
--	-------------------------------	-----

ANEXA 2	187
Programul principal (fișierul sursă)	187
Repere mecanice pt. modelul funcțional	206
Reperul nr. 27	233

INTRODUCERE

Datorită multiplelor avantaje pe care le prezintă oțelul și aliajele de aluminiu , ca materiale de construcții, structurile metalice au cunoscut o largă răspândire în toate domeniile tehnicii construcțiilor, cum sunt : construcțiile civile și industriale , construcțiile hidrotehnice , podurile de șosea și cale ferate , construcțiile pentru producerea și transportul energiei electrice , construcții pentru transportul și înmagazinarea fluidelor, construcții speciale , etc. În toate cazurile , structurile metalice se alcătuiesc din bare ; grinzi , stâlpi , grinzi cu zăbrele ,etc , care la rândul lor se realizează din piese metalice ; profile laminatè la cald și table groase .

Dimensiunile produselor siderurgice ce se găsesc în depozitele producătorilor , nici , întâmplător nu corespund dimensiunilor prevăzute în proiectele diferitelor structuri metalice , situație în care sunt necesare operații de debitare. De asemenea , în cazul unor structuri metalice grele , elementele structurale nu se pot alcătui din profile laminate , datorită gamei restrânse a acestora , situație în care se recurge la secțiuni compuse , alcătuite din piese ce se obțin din table groase în urma procesului de croire și debitare . Procesul de croire și debitare a pieselor metalice ocupă un loc important în stabilirea prețului de uzinare a elementelor și structurilor metalice .

Având în vedere importanța tehnică și economică a procesului de croire și debitare în uzinarea construcțiilor metalice , mi-am propus ca , plecând de la analiza tehnologiilor existente în domeniul croirii și debitării pieselor metalice , să contribui la îmbunătățirea acestora și la crearea posibilităților de re tehnologizare a echipamentelor și utilajelor existente în domeniu .

Pentru realizarea scopului propus se vor întreprinde măsuri care să aibe în vedere:

- parametrii ce intervin în debitarea pieselor din tablă , tehnologiile de debitare ,
- datele necesare pentru comanda procesului de debitare , tehnologiile indicate a fi utilizate în procesul debitării ,
- procedeele de îmbunătățire a tehnologiilor de debitare.

Pentru a se realiza scopul propus este necesar să se delimiteze clar următoarele elemente:

- tipurile pieselor ce se debitează , tipurile materialelor din care sunt realizate piesele ,
- tipurile tehnologiilor de tăiere propizise , procedee de deplasare a capului de tăiere ,
- programele de calcul și comandă pentru realizarea operației de tăiere.

Teza de doctorat se extinde pe 10 capitole , care în sinteză se referă la ;

Capitolul 1 **“Materiale utilizate la executarea construcțiilor metalice “** tratează materialele folosite la realizarea pieselor ce compun construcțiile metalice (oțeluri și aliaje de aluminiu) În acest caz se pot evidenția : -caracteristicile fizico-mecanice, caracteristicile chimice și influența elementelor de aliere asupra caracteristicile mecanice și de prelucrare , -influența elementelor chimice rezultate în urma procesului de debitare asupra caracteristicilor mecanice a pieselor debitate.

În capitolul 2**“ Tipuri de construcții metalice alcătuire și forme “** se tratatează un număr de 8 tipuri caracteristice de construcții metalice : săli de sport ,poduri de șosea , hale industriale , structuri de susținere a liniilor electrice aeriene , hangare , rezervoare sferice , construcții metalice hidrotehnice , cu prezentarea pieselor cele mai complexe folosite în executarea acestor construcții. În acest context s-a efectuat , clasificarea acestor piese funcție de graficile ce delimitează conturul acestora, determinarea tipurilor

de grafice ce alcătuiesc conturul pieselor , determinarea parametrilor necesari descrieri conturului pieselor .

Capitolul 3 “**Complemente de matematică** ” tratează elemente de algebră și geometrie plană , necesare pentru a descrie contururile pieselor ce se debitează .

În cadrul capitolului 4 “**Structura sistemelor de comandă a mașinilor de debitat**” s-a făcut o analiză a funcțiilor sistemelor de comandă numerică .

Ansamblul de funcții pe care le poate oferi un sistem de comandă numerică este foarte bogat și divers , reflectând interesul proiectanților de echipamente numerice în ceea ce privește ridicarea gradului de automatizare a mașinilor de debitat, extinderea posibilităților de comandă a roboțiilor . Având în vedere multitudinea de programe și mașini cu comandă numerică existente , se tratează numai mașinile cu specific pentru debitarea pieselor metalice. Funcțiile principale ale unui sistem de comandă numerică pentru mașini de debitat sunt : interpolari ,deplasări , corecții , comenzi tehnologice , comenzi auxiliare , afișări numerice , comanda acționării , comenzi de temporizare , viteza de deplasare constantă , conducere prin calculator , conducere numerică directă .

Capitolul 5 “**Debitare prin tăiere termică** “ tratează gazele combustibile : metanul , butanul , propanul , acetilena , hidrogenul și gazele oxidante oxigenul folosite pentru debitarea termică . Pentru aceste gaze se prezintă caracteristicile fizico-chimice , procedeele de fabricare și modalitățile de depozitare . La fiecare gaz combustibil se analizează reacția chimică de ardere și cantitatea de energie calorică rezultată în urma arderi .

Capitolul 6 “ **Utilaje pentru tăiere** “ tratează un număr de 16 tehnologii și mașini folosite la debitarea pieselor din oțel sau aluminiu. Pentru a se determina datele reale

necesare conduceri procesului de debitare se efectuează un studiu al mașinilor de debitat existente în următoarele societăți : Societatea comercială Construcții Metalice Bocșa S.A. ,Rominex S.A. Timișoara , Societatea comercială Navrom Constanța S.A .

În urma acestui studiu se deduc tipurile de tehnologii și de mașini pentru debitarea pieselor din tablă pentru construcții metalice , rezultând un număr de opt tehnologii astfel :

tăiere manuală folosind gaze de tăiere , tăiere mecanizată folosind gaze de tăiere , tăiere cu rază laser , erodare cu ultrasunete , eroziune electrică în câmp magnetic , eroziune electrică , tăierea cu jet de apă , taiere prin forfecare mecanică .

Pentru fiecare tehnologie prezentată se analizează : mașinile folosite , caracteristicile tehnologice, procedeele de comandă a mașinilor, dezavantajele și avantajele fiecărei tehnologii. Pentru a se determina parametrii ce intervin în procesul de debitare prin tăiere termică cu gaze se analizează următoarele mașini: CSIOMMAT-1, MATTOR , MATT-A , HANCOCK , MESSER-GRIESHIEM , APOLDA , KONGSBERG -M.I.N.C. , LOGATOM . Tehnologia de debitare folosind raza laser este analizată atât ca principiul de realizare a razei laser cât și descrierea capului de tăiere. În cazul oțelurilor înalt aliate se prezintă tehnologiile de debitare folosind principiul debitării prin eroziune electrică și debitarea prin eroziune cu ultrasunete. Pentru debitarea aliajelor de aluminiu cât și a altor materiale ce prezintă modificări de structură foarte pronunțat la debitarea termică se prezintă tehnologia de debitare folosind jetul de apă cu presiunea de 3000-6000 bari.

Majoritatea utilajelor și tehnologiilor prezentate sunt folosite în societățile comerciale cu profil de construcții metalice din țară.

Capitolul 7 “**Analiza tehnologiilor de debitare** “ face o analiză critică a tehnologiilor prezentate în capitolul 6 cu indicarea tehnologiilor ce merită a fi folosite pentru a mării productivitatea muncii și execuția în condiții optime a pieselor metalice.

Pentru fiecare tehnologie se prezintă parametrii procesului de debitare inclusiv datele ce sunt livrate pentru efectuarea procesului de fabricare. Informațiile rezultate în urma studiului permite să se determine datele minime necesare pentru a aplica o anumită tehnologie din cele studiate. Aceste date sunt necesare pentru a deveni date de intrare în cadrul programelor de comandă a mașinilor de debitat.

Capitolul 8 “ Realizarea programării instalațiilor de debitat în cordonate X Y “

permite abordarea noțiunilor matematice , algoritmi , scheme logice și subrutine . Pentru a se realiza un program de comandă a unei mașini de debitare se determină datele ce sunt necesare pentru a se efectua minimum de operații de comandă. Datele minime sunt: numărul de vîrfuri a conturului ce delimitează piesa ce urmează a fi debitat, tipurile de grafice ce delimitează conturului, mărimea fantei de debitare, sensul de parcurgere a conturului de debitat, viteza de debitare funcție de grosimea table și a procedului de debitare, citirea și verificarea parametrilor tehnologice (presiunea gazului combustibil, presiunea oxigenului sau aerului , tensiunea de alimentare, poziția comutatoarelor de pe pupitru de comandă).

Datele ce reprezintă tipul graficelor ce delimitează conturul cât și mărimea fantei de debitare sunt cele mai complexe date de prelucrat pentru a deveni date de comandă.

În cadrul acestui capitol se prezintă algoritmi , schemele logice , programele aferente acestor algoritmi pentru a se îmbunătăți tehnologia de debitare a pieselor metalice .

În capitolul 9 “Realizarea modelului funcțional al mașinii de debitat în cordonate XY“ se prezintă proiectarea ,realizarea și testarea modelului funcțional cu scopul de a determina ca datele de intrare livrate de utilizator să devină date de execuție cât și îmbunătățirile tehnologiilor de debitare a pieselor din tablă . Modelul funcțional alcătuit

din : interfață ,pupitru de comandă , calculator , sistemul mecano-cinematic este realizat la scara 1:10 . Interfața are rolul de a transmite datele livrate de calculator la elementele de execuție motoarele pas cu pas . Interfața este realizată din module electronice la care se prezintă schemele electrice , piesele componente și modul de funcționare . Pupitrul de comandă este conceput ca o unitate detașabilă cu un număr de 8 facilități de comandă : mod de lucru manual sau automat , deplasări manuale pe cele două axe , reglajul vitezei de tăiere , afișarea vitezei de tăiere , creșterea lentă sau rapidă a vitezei de deplasare pe cele două axe . Proiectarea pupitrului de comandă s-a făcut ținând cont de operațiile minime ce trebuie asigurate în cadrul procesului de debitare și a unei exploatare ergonomice a acestuia .

Pupitrul de comandă permite un dialog rapid și eficient între utilizator mașina de debitat și calculator . Sistemul mecano cinematic este compus din două sisteme de deplasare : longitudinal , transversal cu antrenare prin cablu pretensionat . Antrenarea elementelor mecano-cinematice se efectuează prin intermediul a doua ansamble motor pas cu pas și reductor 1:3

Capitolul 10 “ **Considerații finale și contribuții privind tehnologia de debitare** “ prezintă contribuțiile autorului în urma analizei diferitelor tehnologii de debitare și realizarea programului de comandă a modelului funcțional . Pentru a mări productivitatea și a reduce prețul de cost ,este necesar ca mașinile cu principiul de funcționare după șablon sau desen să fie transformate în mașini cu comandă numerică. Mașinile ce au o comandă numerică , dar această comandă este uzată atât moral cât și fizic se recomandă să li se adapteze o comandă numerică nouă , prin adaptarea comenzii realizată în cadrul tezei de doctorat .

Înlocuirea tehnologiilor de debitare cu tăiere termică folosind gaze combustibile , cu tehnologia debitării folosind raza laser ,sau folosirea tehnologiei cu jet de apă care au un preț de cost per produs echivalent sau mai mic decit tehnologiile folosite.

Alegerea acestor tehnologii au ca efect și o îmbunătățirea zonei prelucrate cu efecte minime asupra zonei de influență .

Anexa 1 “**Elemente ale limbajului de programare Basic** “ descrie din multitudinea de limbaje de nivel înalt limbajul Basic ce este folosit în realizarea programelor necesare pentru comanda unei mașini de debitare.

Anexa 2 prezintă programul complet pentru comanda unei mașini de debitat și cele 27 de repere mecanice pentru realizarea modelului funcțional.

1. MATERIALE UTILIZATE LA EXECUTAREA CONSTRUCȚIILOR METALICE

Construcțiile metalice se execută în cea mai mare parte din oțel și numai în cazuri izolate din aliaje ale aluminiului , fapt explicabil dacă se are în vedere producția relativ mică și costul ridicat a metalului alb .

Alte materiale ca fonta , plumbul sau cuprul se folosesc în cantități neglijabile , la confecționarea unor elemente ale aparatelor de reazem și lucrări de gospodărire a apelor .

1.1 OȚELURI UTILIZATE PENTRU CONFECTIONAREA CONSTRUCȚIILOR METALICE

Oțelul este un aliaj al fierului cu carbonul , ce conține în compoziția sa și alte elemente dorite , numite de aliere sau nedorite numite impurități . Carbonul este principalul element de aliere a fierului , astfel denumirea aliajului este oțel carbon. Elementele însoțitoare ale carbonului în cadrul oțelului pot fi ; siliciu (Si) , mangan (Mn) , fosfor (P) , sulf (S) , azot (N) , oxigen (O) . Dacă aceste elemente însoțitoare sunt sub o anumită limită , ele nu vor influența caracteristicile mecanice ale oțelului . Ca elemente de aliere voite se utilizează ; crom (Cr) , nichel (Ni) , cupru (Cu) , wolfram (W) , titan (Ti) .

Fierul reprezintă principalul constituint al oțelului 98% , ..., 99% din masa acestuia , la temperaturi joase sub 906°C cristalizează sub formă de rețea cubică cu volum centrat . Această structură , numită fier α sau fierită , este moale și foarte plastică , având caracteristici mecanice $\delta_r = 25, \dots, 36 \text{ daN/mm}^2$, $\sigma_c = 12 \text{ daN/mm}^2$, duritate mică și foarte

plastic ce pot ajunge la 50% . La creșterea temperaturii peste 906 fierul dizolvă carbonul în procente ce pot atinge 1,7% . La temperatura de 1528 fierul se topește complet trecând în fază lichidă .

Pentru a modifica caracteristicilor mecanice reduse ale fierului în stare pură , se aliază cu diferite elemente . Ca element principal de aliere se utilizează carbonul , care în urma reacției chimice cu fierul , rezultă carbura de fier , care conține circa 6,67% carbon .

Carbura de fier este un aliaj casant , cu rezistență mare la rupere , $\delta_r = 70, \dots, 100 \text{ daN/mm}^2$, alungire sub 1% , duritate mare și proprietăți plastice nule. Această carbură de fier , în formă de plăcuțe se așează într-o anumită poziție , funcție de procentul de carbon , ce are ca efect modificarea structurii și calității oțelului .

Creșterea conținutului de carbon în compoziția oțelului , determină creșterea rezistenței de rupere, a limitei de curgere. Creșterea conținutului de carbon duce însă la o creștere a durității , respectiv scăderea deformabilității, tenacității și a sudabilității , datorită acestor dezavantaje se limitează procentul de carbon din masa oțelului.

Oțelurile folosite la executarea construcțiilor metalice au un conținut de carbon limitat la 1,7% . Oțelurile folosite în construcțiile metalice , după conținutul de carbon se împart în ;

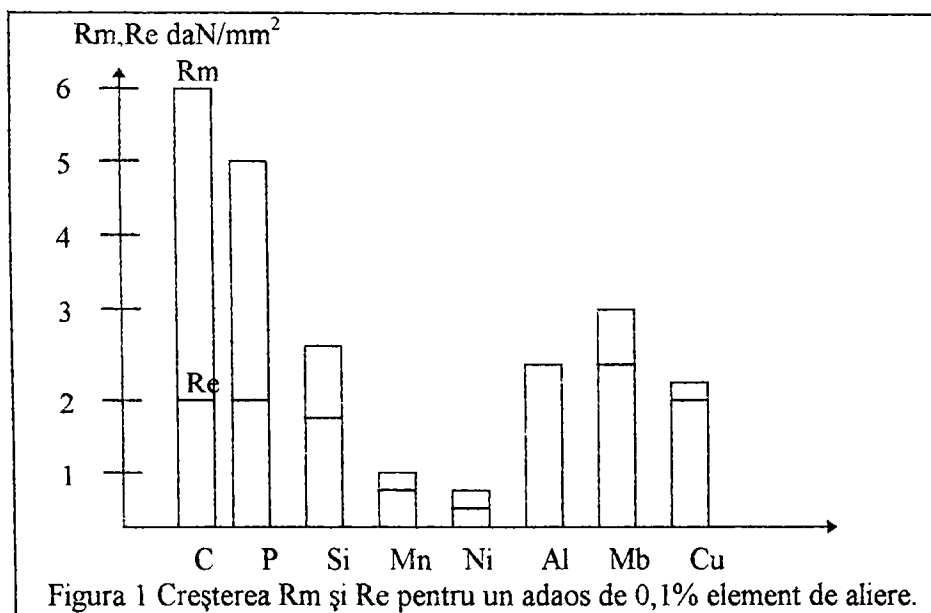
- oțeluri cu conținut redus de carbon sub 0,25% , sunt cele mai indicate pentru executarea construcțiilor civile și industriale , a podurilor metalice , a construcțiilor hidrotehnice ;
- oțeluri cu conținut mediu de carbon 0,25%,...0,6% care sunt indicate pentru executarea șinelor de rulare , căilor de rulare , stavilelor plane ;
- oțeluri cu conținut mare de carbon 0,6%,...,1,7% care sunt indicate pentru executarea sculelor de prelucrare .

Aliajul fier- carbon , pe lângă constituienții principali , mai conține elemente suplimentare voit adăugate peste anumite limite , pentru a îmbunătății caracteristicile mecanice , de prelucrare , și de structură , aliajul nou obținut poartă denumirea de oțel aliat.

După procentul elementelor de aliere ce se găsesc în masa oțelurilor aliate se împart în ;

- oțeluri slab aliate , la care suma procentelor elementelor de aliere , în afară de carbon, fosfor și sulf , nu depășește valoarea de 3,5% ;
- oțeluri mijlociu aliate , la care suma procentelor elementelor de aliere este între 3,5% ... 10%;
- oțeluri bogat aliate , numite și oțeluri aliate au suma elementelor de aliere mai mare de 10% , sunt folosite la construcții metalice ce lucrează în mediu puternic coroziv sau la temperaturi înalte .

În figura 1 se prezintă influența adăugării de 0,1% elemente de aliere asupra rezistenței la rupere R_m și a rezistenței la curgere Re .



Din graficul prezentat în figura 1 rezultă că ; elementul de aliere cu influența cea mai mare asupra caracteristicilor mecanice o are carbonul , urmat de fosforul și siliciul .

În continuare se prezintă influența pozitivă cât și negativă , a elementelor de aliere asupra caracteristicilor mecanice și de prelucrare a oțelului .

Carbonul este principalul element de aliere ce influențează caracteristicile mecanice și fizice prezentate anterior, dar are și dezavantajele că mărește duritatea, și micșorează plasticitatea oțelului .La realizarea construcțiilor metalice ,se recomandă folosirea oțelurilor cu un procent de carbon sub 0,25% , iar în cazul oțelurilor folosite la construcții metalice executate în soluție sudată , procentul de carbon se limitează la 0,2% .

Siliciul în procent de până la 0,75% nu este considerat element de aliere , deoarece nu influențează în mod semnificativ calitățile oțelului , peste această limită siliciul are ca efect o mărire a rezistenței la rupere și a limitei de curgere , dar ca efect negativ micșorarea tenacității , reducerea sudabilității și a reduceri rezistenței la coroziune .

Manganul poate să apară în compoziția oțelului din procesul de fabricare voit sau nevoit , având efecte favorabile prin combinarea lui cu sulfurul , reducând acțiunea defavorabilă a acestuia .

Manganul în procent de peste 0,85% este considerat element de aliere ,dar nu mai mult de 1,65% ,depășirea valorii de 1,65% are efecte negative , prin formarea sulfurii de mangan , ce poate forma incluziuni în masa oțelului.

Cuprul ca element de aliere ,mărește rezistența la rupere a oțelului și mărește rezistența la coroziune , dacă se asigură un procent ridicat de cupru , se obține oțelul inoxidabil.

Cromul ca element de aliere ,mărește rezistențele mecanice , respectiv rezistențele la coroziune și uzură ,dar reduce posibilitatea de tratament termic a oțelului .

Nichelul ca element de aliere , mărește rezistențele mecanice și asigură o bună comportare a oțelului la temperaturi scăzute , dar ca și cromul reduce posibilitățile de prelucrare termică a oțelului .

Molibdenul ca element de aliere ,mărește rezistențele mecanice respectiv rezistența la coroziune .Molibdenul asigură o comportare bună a oțelului la temperaturi ridicate.Elementele prezentate mai sus au efecte benefice asupra calităților oțelurilor , dar în procesul de elaborare intervin și elemente dăunătoare cum ar fi; fosforul , sulfur ,oxigenul , azotul .

Fosforul este un element de aliere cu efect dăunător chiar și în cantitate mică , prin mărirea fragilității oțelului la temperaturi joase , respectiv formează structuri de segregare . Din aceste motive procentul de fosfor este limitat la 0,045% . Dar fosforul are și o influență pozitivă , prin mărirea rezistenței la rupere , ridicarea limitei de curgere a oțelului și creșterea rezistenței la coroziune .

Sulfur este un element de aliere nevoit în masa oțelului , cu efecte mai mult defavorabile asupra caracteristicilor mecanice și de prelucrare.

Sulfur reacționează cu fierul dând naștere la sulfura de fier , iar cu manganul formează sulfura de mangan , ambele componente rezultate nu sunt solubile în fierul solid , formând incluziuni metalice . Aceste incluziuni metalice se așează între cristalele oțelului , având ca efect o slăbire a legăturilor dintre cristale , reducând rezistențele mecanice a oțelului .

Sulfur în cantități mari și in cazul unui procent mic de mangan are ca efect fragilitatea oțelului la temperaturi înalte .

Pentru a reduce efectele defavorabile ale sulfurului asupra oțelului se limitează procentul la 0,06% .

Oxigenul are influențe defavorabile ca și sulfurul, prin fragilitatea oțelului la temperaturi înalte, iar prin formarea oxidului de fier și a oxidului de mangan produc o distrugere a continuității structurale a materialului, înrăutățește sudabilitatea oțelului.

Pentru a reduce cantitatea de oxigen inclusă în masa oțelului, este necesar să se protejeze oțelul topit de oxigenul atmosferic, sau să se realizeze o dezoxidare prin adăugarea unei cantități corespunzătoare de siliciu sau aluminiu.

Azotul are ca efect mărirea fragilității la temperaturi joase, creșterea vitezei de îmbătrânire a oțelului, reducerea sudabilității și sporește tendința de rupere prin șoc.

Oțelurile folosite la executarea construcțiilor metalice în funcție de caracteristicile mecanice și după specificul condițiilor de utilizare se împart în:

oțeluri de uz general, oțeluri cu rezistență mărită la coroziunea atmosferică, oțeluri cu granulație fină pentru construcții sudate, oțeluri cu limită de curgere foarte ridicată, oțeluri aliate.

1.1.1 OȚELURI DE UZ GENERAL

În cadrul construcțiilor metalice se folosesc oțeluri de uz general, cu un procent redus de carbon, care nu depășește 0,25%. Marca oțelului este definită printr-un simbol literal, care indică domeniul de folosire urmat de un grup de două cifre ce indică valoarea minimă a rezistenței de rupere, exprimată în daN/mm^2 (STAS 500/2-80). Clasa de calitate, notată cu cifre de la 1 la 4 indică compoziția chimică, caracteristicile mecanice, de rezistență și tehnologice, garantate la livrarea oțelului. Oțelurile de uz general sunt OL00, OL32, OL34, OL37, OL42, OL44, OL50, OL52, OL60, și OL70. În funcție de caracteristicile asigurate la livrare se determină clasa de calitate așa cum se arată în tabelul 1 [1, 17, 18].

Clase de calitate ale oțelului de uz general (STAS 500/1-80) Tabelul 1

Nr: crt	Caracteristici garantate	Clasa de calitate					
		1	1a	1b	2	3	4
1	Compoziția chimică	x	x	--	x	x	x
2	Caracteristici la tracțiune	x	--	x	x	x	x
3	Unghiul de îndoire la rece pe dorn	x	--	x	x	x	x
4	Energia de rupere KV						
	-la temperatura de +20 ⁰ C	--	--		x	--	--
	-la temperatura de 0 ⁰ C	--	--		--	x	--
	-la temperatura de -20 ⁰ C	--	--		--	--	x

Notarea acestor caracteristici se face astfel: oțelul laminat cu $R_m=37\text{daN/mm}^2$ clasa de calitate 4 de tip calmat ,se notează OL37.4.k.

Oțelul OL 00 se utilizează la elemente de structuri metalice de uz general supuse la solicitări mici , ca : parapete de scări, balustrade ,mufe pentru țevi.

Oțelul OL32 se utilizează la elemente de structuri metalice de uz general supuse la solicitări moderate ,ca : suportți , rame , carcase și capace , elemente de rigidizare ,tiranți, armături , nituri.

Oțelul OL34 se utilizează la elemente de structuri portante de mașini agricole, tiranți, suportți , cârlige de tracțiune , oțel beton .

Oțelul OL37 se utilizează la elemente de construcții metalice sudate sau îmbinate prin alte procedee , ca : ferme ale halelor industriale, poduri de șosea și cale ferată , rezervoare , stâlpi, elemente de structuri portante de mașini și utilaje , plase sudate pentru beton armat .

Oțelul OL44 se utilizează la elementele de construcții metalice sudate supuse unor solicitări mecanice relativ ridicate și care trebuie să prezinte o suficientă garanție față de ruperea fragilă .

OL 52 se utilizează la elemente de construcții metalice puternic solificate static și dinamic , ca : stâlpi pentru linii electrice aeriene , căi de rulare , macarale , rezervoare de mare capacitate . Oțelurile de uz general pentru construcții trebuie să respecte condițiile tehnice de calitate, privind compoziția chimică conform tabelului 2 (STAS 500/2-80) .

Compoziția chimică Tabelul 2

Marca oțelului	Clasa de calitate	Compoziția chimică % max. pe produs			
		C	Mn	P	S
OL32	1;1a;1b	0,15	0,6	0,055	0,055
OL34	1;1a;1b	0,17	0,6	0,055	0,055
OL37	1;1a;1b	0,25	0,85	0,065	0,065
	2	0,22	0,85	0,055	0,055
	3	0,19	0,85	0,050	0,050
	4	0,19	0,85	0,045	0,045
OL42	1;1a;1b	0,31	0,85	0,065	0,065
	2	0,31	0,85	0,055	0,055
	3	0,25	0,85	0,050	0,050
OL44	2	0,22	1,15	0,055	0,055
	3	0,22	1,15	0,050	0,050
	4	0,22	1,15	0,045	0,045
OL52	2	0,22	1,65	0,055	0,055
	3	0,22	1,65	0,050	0,050
	4	0,20	1,65	0,045	0,045
OL50	1;1a;1b	0,30	0,85	0,055	0,055
OL60	1;1a;1b	0,40	0,85	0,055	0,055
OL70	1;1a;1b	0,50	0,85	0,055	0,055

1.1.2 OȚELURI REZISTENTE LA COROZIUNEA ATMOSFERICĂ

Oțelurile folosite în atmosferă cu un grad mare de poluare , în mediul marin , în mediul industrial urban , sunt cu un conținut ridicat de fosfor cât și elemente de aliere ca: cupru, crom, nichel. În funcție de conținutul de fosfor se notează astfel: cu literele RCA sau RCB urmate de două cifre ,cele 2 cifre indică mărimea rezistenței la rupere a oțelului , exprimată în daN/mm² .

-RCA oțelul cu fosfor mai mult de 0,04% .

-RCB oțelul cu fosfor mai puțin sau egal cu 0,04% .

Marcile utilizate sunt : RCA 37 și RCB 52 .

Oțelurile rezistente la coroziune se utilizează la stâlpi de înaltă tensiune, macarale de capacitate mare care lucrează în aer liber, rezervoare sub presiune , elemente de închidere a halelor industriale.

Comportarea bună la coroziune a acestor mărci de oțeluri se datorează elementelor de aliere ca : cupru 0,3%,...0,6%, crom 0,5%,...0,8%, nichel 0,3%,...0,5% etc .

1.1.3 OȚELURI PENTRU CONSTRUCȚII SUDATE

Oțelurile pentru construcții sudate sunt de tipul oțelurilor cu granulație fină, slab aliate cu un procent mic de carbon (STAS 9021-89) . Caracteristicile fizico-mecanice bune ale acestor oțeluri se datorează elementelor de aliere ca: mangan, siliciu, fosfor, vanadiu, nichel. Notarea acestora se face prin OCS44, OCS52, OCS55 și OCS58 (oțeluri carbon sudabile) .

Prin compoziția lor chimică și tehnologia de fabricație oțelurile conțin precitate de nitruri și carburi fin distribuite , care împiedică creșterea granulației în domeniul austenitic și determină formarea granulației fine .

Aceste tipuri de oțeluri au o comportare foarte bună la sudură și prezintă o tenacitate bună la temperaturi scăzute. Se livrează în stare normalizată sub formă de table laminate la cald cu grosimea cuprinsă între 5 la 100 mm.

Clasele de calitate pentru aceste oțeluri sunt de la 3a până la 6a .

1.1.4 OȚELURI CU LIMITĂ DE CURGERE RIDICATĂ

Aceste tipuri de oțeluri se caracterizează prin limita de curgere mai mare de 51 daN/mm². Obținerea acestor oțeluri se face prin utilizarea unui procent scăzut al elementelor de aliere, datorită structurii cristaline fine și uniforme. Oțelurile cu limită de curgere ridicată au rezistențe mecanice ridicate și proprietăți de tenacitate bună cu mult mai ridicate decât oțelurile slab aliate normalizate.

1.1.5 OȚELURI ALIATE

Oțelurile aliate se obțin prin folosirea de elemente de aliere cu un procent mai mare de 3,5%, aceste oțeluri sunt utilizate pentru realizarea: tiranților, piulițelor, șuruburilor. Pentru a se realiza oțelurile aliate se utilizează ca elemente de aliere: cromul, nichelul, molibdenul.

Calitatea oțelului aliat este evidențiată printr-un număr urmat de un simbol literar care reprezintă procentul în zecimi de procente al elementului principal de aliere, urmat de un număr care indică, în sutimi de procente, conținutul mediu de carbon, ca exemplu: 33MoC11, este un oțel aliat pe baza de crom-molibden, având elementul principal de aliere (molibden) = 3,3%, iar conținutul de carbon = 0,11%.

Mărcile de oțel aliat: 33MoC11, 41MoC11, 34MoC15, 41V MoC17 se folosesc în mod curent pentru realizarea elementelor de construcții metalice.

1.2 ALIAJE DE ALUMINIU

În construcțiile metalice se folosesc produse de aluminiu și aliaje de aluminiu obținute prin laminare sau extrudare. Produsele prin laminare la cald sunt sub formă de benzi, table, profile U, I, L, T și altele.

Aliajele de aluminiu se utilizează în construcții ,deoarece au greutatea redusă și rezistențe ridicate la coroziune.

Pentru a se îmbunătăți calitățile mecanice ale aluminiului ,acesta se aliază cu :
cuprul, zincul, magneziul, manganul , etc .

Caracteristicile aliajelor de aluminiu depind de elementele de aliere , de proporția în care aceste elemente de aliere intră în compoziția aliajului cât și prin procesul de maturizare , durificare a acestor aliaje .

Aliajele de aluminiu la care predomină cuprul , magneziul și siliciul în proporții apropiate sunt tratabile termic pentru a se îmbunătăți calitățile fizico-mecanice.

Aliajele de aluminiu la care predomină siliciul , manganul , magneziul nu pot fi tratate termic ,iar pentru a se obține o îmbunătățire a calităților mecanice sunt supuse procesului de ecruisare.

Aliajele la care predomină cuprul au rezistențe mecanice înalte , dar sunt sensibile la coroziune și au caracteristici slabe de sudabilitate.

În cadrul aliajelor de aluminiu magneziul este cel mai eficient element de aliere.

Magneziul conduce la creșterea rezistențelor mecanice și a rezistențelor la coroziune.

În tabelul 3 sunt prezentate o parte din aliajele de aluminiu și compoziția chimică a acestora . Conform STAS 7608-71 (aliaje de aluminiu deformabil) se simbolizează prin simbolul chimic al materialului de bază , urmat de simbolurile chimice ale elementelor componente și în general de conținutul mediu în procente al fiecăruia , în ordine descrescătoare a acestora .

Aliaje de aluminiu

Tabelul 3

Marca	Mg %	Si %	Cu %	Mn %	Al %	Rezistența la rupere daN/mm ²
Al 99	-	-	-	-	min 99	8-14
AlMg1	0,5-1,2			0,1-0,3	rest	9,8
AlMg2	1,8-2,6			0,1-0,4	rest	14,7
AlMgSi	0,4-0,9	0,3-0,7			rest	13,7-21,6
AlCu4Mg1Mn	1,2-1,6		3,8-4,5	0,3-0,7	rest	35,3-39,2
AlCu4MgMn	0,4-0,8		3,8-4,8	0,4-0,8	rest	35,3-39,2
AlSi1MgMn anticorodal	0,5-1	0,5-1,5	-	0,2-1	rest	16-32
3004 Al Mn Mg	0,8-1,3	-	-	1-1,5	rest	16-26
2024 AlCu4Mg1.5Mn dural	1,2-1,8	-	3,8-4,9	0,9	rest	25-46

Tablele de aliaje de aluminiu se livrează la lungimi , lățimi și grosimi standardizate (ex. 1000,500,4 mm , etc.) .

Elementele executate din aliaje de aluminiu au un aspect plăcut, suprafețele fiind netede , se folosesc la : tâmplării metalice , fațade și la elementele supuse solicitărilor mici . Aliajele de aluminiu au o comportare bună la temperaturi joase , astfel rezistența la rupere a aliajului de aluminiu crește odată cu scăderea temperaturii până la -200⁰C.

Folosirea aliajelor de aluminiu în construcții este limitată ca urmare a rezistențelor reduse la temperaturi înalte, valoare redusă a modulului de elasticitate, prețul de cost încă ridicat .

TIPURI DE CONSTRUCȚII METALICE

ALCĂTUIRE ȘI FORME

Construcțiile metalice se folosesc la realizarea de ; hale industriale, săli de sport, săli de spectacole ,centrale termice, clădiri cu multe etaje, turnuri de televiziune, stâlpi de susținere pentru linii electrice , rezervoare cilindrice și sferice, construcții metalice hidrotecnice , stavile- clapete și poduri de cale ferată sau șosea.

Forma acestor construcții metalice este diversificată ,de aceea în cadrul acestui capitol se va prezenta cele mai uzuale forme.

2.1 SĂLI DE SPORT

În figura 2.1 se prezintă o vedere spațială a unei structuri metalice pentru acoperirea unui teren de tenis de câmp cu dimensiunile în plan de 12x36 m și înălțimea de 9 m. Structura e realizată din 9 arce poligonale dispuse la 4,5 m unul de altul.

Închiderea structurii se face printr-o membrană textilă rezemată pe pane. Panele sunt realizate din țevă. Pentru a se asigura stabilitatea generală ,sunt prevăzute contravântuiri în planul acoperișului.

În figura 2.1.a se prezintă secțiunea transversală a acestei structuri.

Structura transversală este alcătuită din arce poligonale cu zăbrele cu trei tălpi.

Secțiunea transversală a grinzii cu zăbrele este triunghiulară, iar elementele de tip talpă, diagonale , montanți sunt alcătuite din țevă rotundă 63.5x3.5 mm.

Grinda cu zăbrele este realizată în variantă sudată, cordoanele de sudură se efectuează cu o grosime de 4 mm.

Structura se reazămă pe terenul de fundare prin intermediul fundațiilor izolate sub fiecare arc poligonal .

Pentru a se asigura un montaj precis și ușor a arcelor poligonale , se prevede o singură placă de bază , pentru cele trei tălpi ale grinzii cu zăbrele ce reazămă pe fundație.

Alegerea acestui mod de alcătuire a structurii s-a făcut din considerente de montaj și

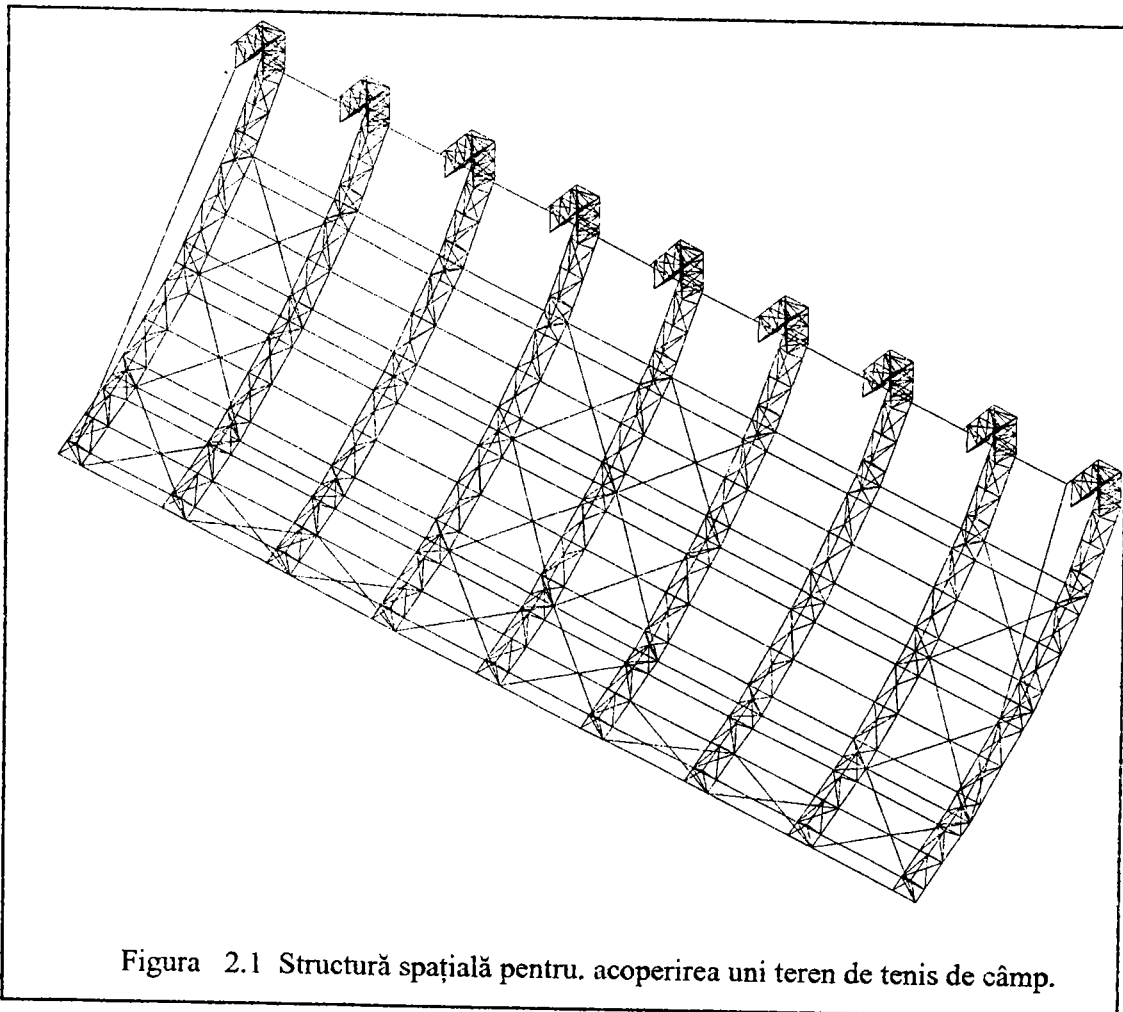


Figura 2.1 Structură spațială pentru acoperirea unui teren de tenis de câmp.

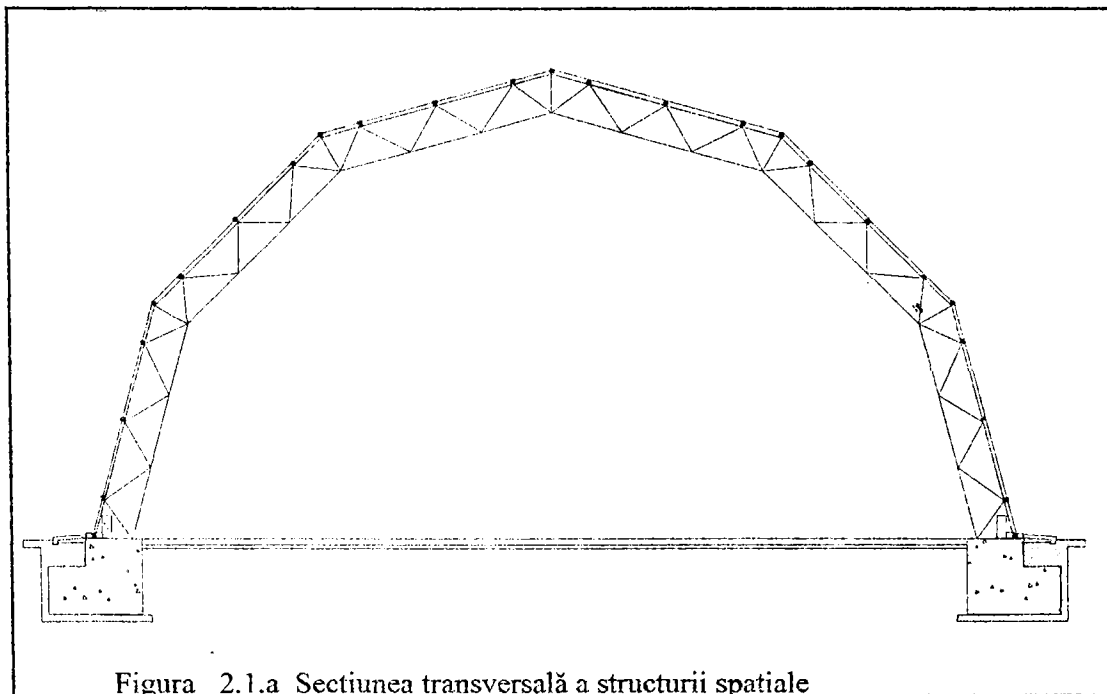


Figura 2.1.a Secțiunea transversală a structurii spațiale

transport , a elementelor ce formează structura.

Prin prinderi grinzilor cu zăbrele între ele cu șuruburi se realizează posibilitatea demontări ușoare și re folosiri structurii pe un alt amplasament.

Pentru a se proteja țevile ce formează grinzile cu zăbrele triunghiulare la corозиune , se realizează opturarea capetelor de teavă prin semicercuri sudate.

Datorită formei poligonale a arcelor , tălpile grinzilor cu zăbrele sunt tăiate la un unghi de 75 grade.

Prinderea barelor în noduri se realizează prin intermediul guseelor de formă trapezoidală.

În figura 2.1.b se prezintă o secțiune transversală prin structura Palatului Sportului și Culturii din București.

Cablurile concave folosite pentru susținerea acoperișului sunt unite cu un sistem de diagonale și montanți ce formează o grindă cu zăbrele plană.

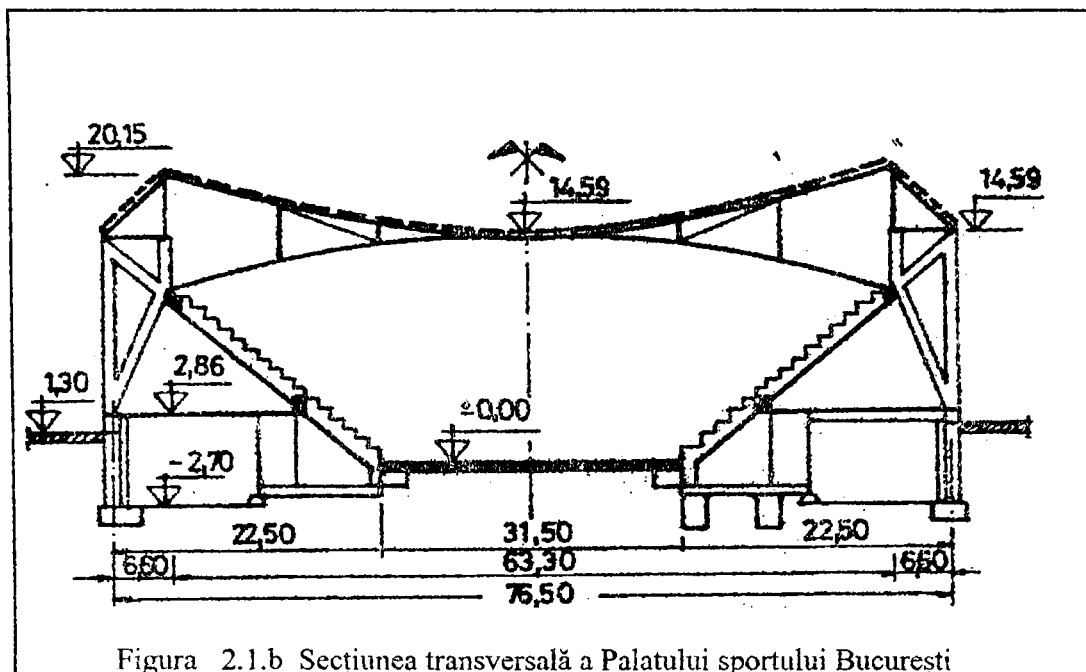


Figura 2.1.b Secțiunea transversală a Palatului sportului București

2.2 PODURI DE ȘOSEA

În figura 2.2.a se prezintă ferma metalică a unui pod de șosea cu deschidere de 56 m.

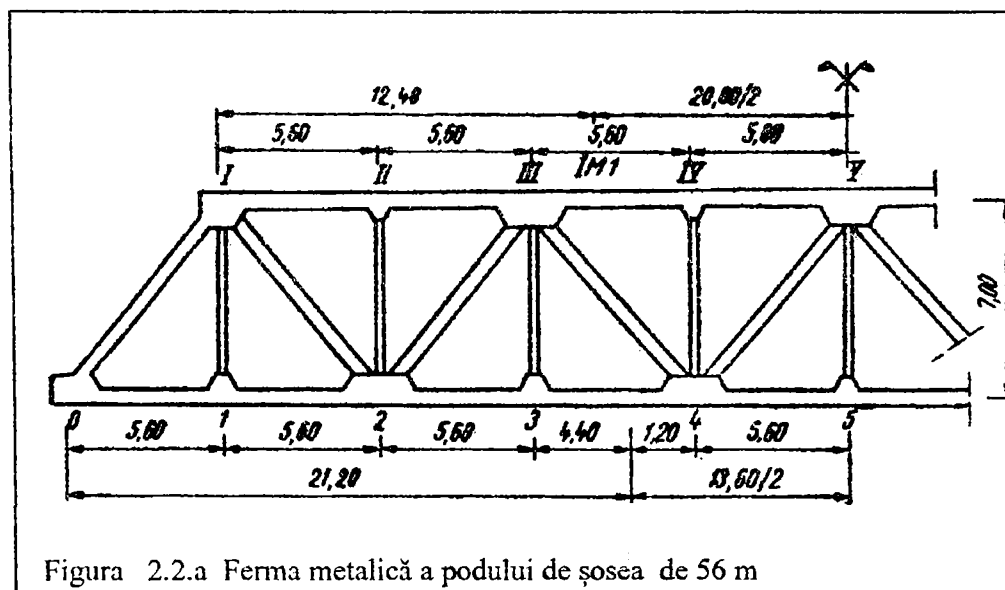


Figura 2.2.a Ferma metalică a podului de șosea de 56 m

Pentru a se realiza îmbinarea elementelor de tip talpă cu elementele de tip montați și diagonalele, sunt necesare piese de tip: guseu, eclise, fururi. Formele acestor piese cât și modul de realizare a nodurilor sunt prezentate în figura 2.2.b , figura 2.2.c și figura 2.2.d . În figura 2.2.e se prezintă detaliu dintr-un tablier metalic a unui pod , realizat în variantă placă ortotropă.

Structura de rezistență este realizată din antretoaze , lonjeroane și placa.

Pentru a prelua încărcările din convoiul de calcul a fost necesar ca antretoazele cât și lonjeroanele să fie realizate din elemente de tablă .

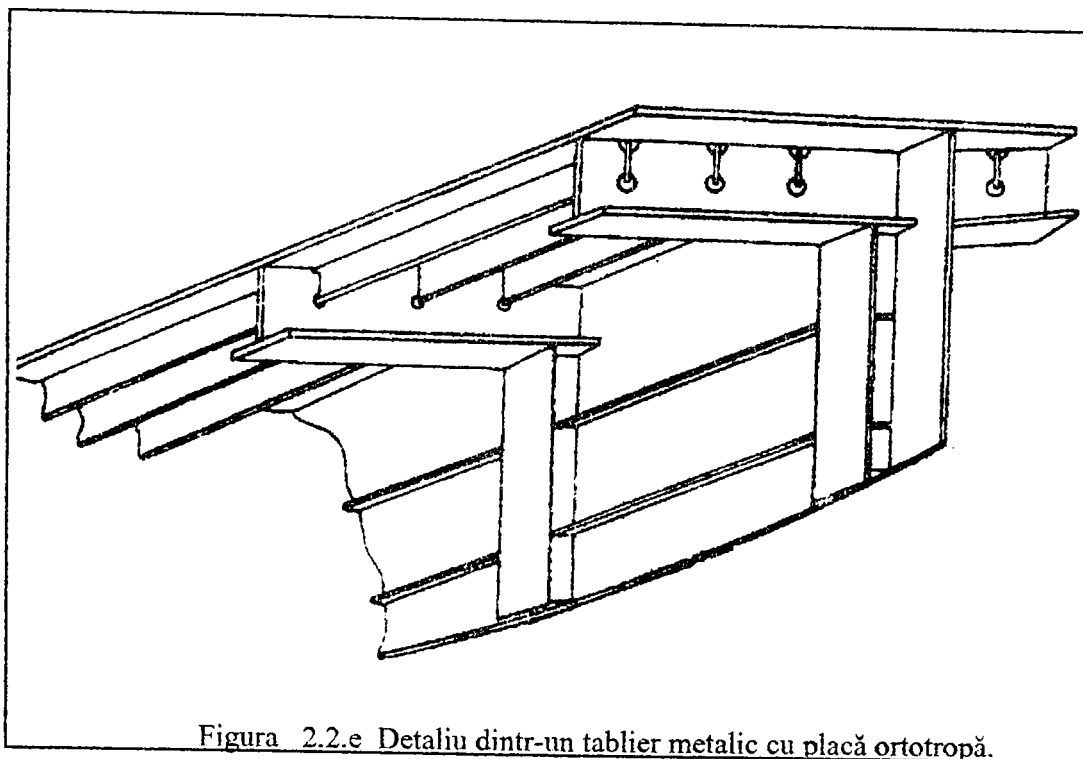


Figura 2.2.e Detaliu dintr-un tablier metalic cu placă ortotropă.

Pentru a se realiza continuitatea lonjeroanelor este necesar ca în antretoaze să se efectueze goluri ce sunt delimitate de contururi cu forme speciale. Debitarea acestor elemente se face folosind mașini cu program care permit realizarea rapidă și precisă a pieselor ce compun structura.

624.116/181c

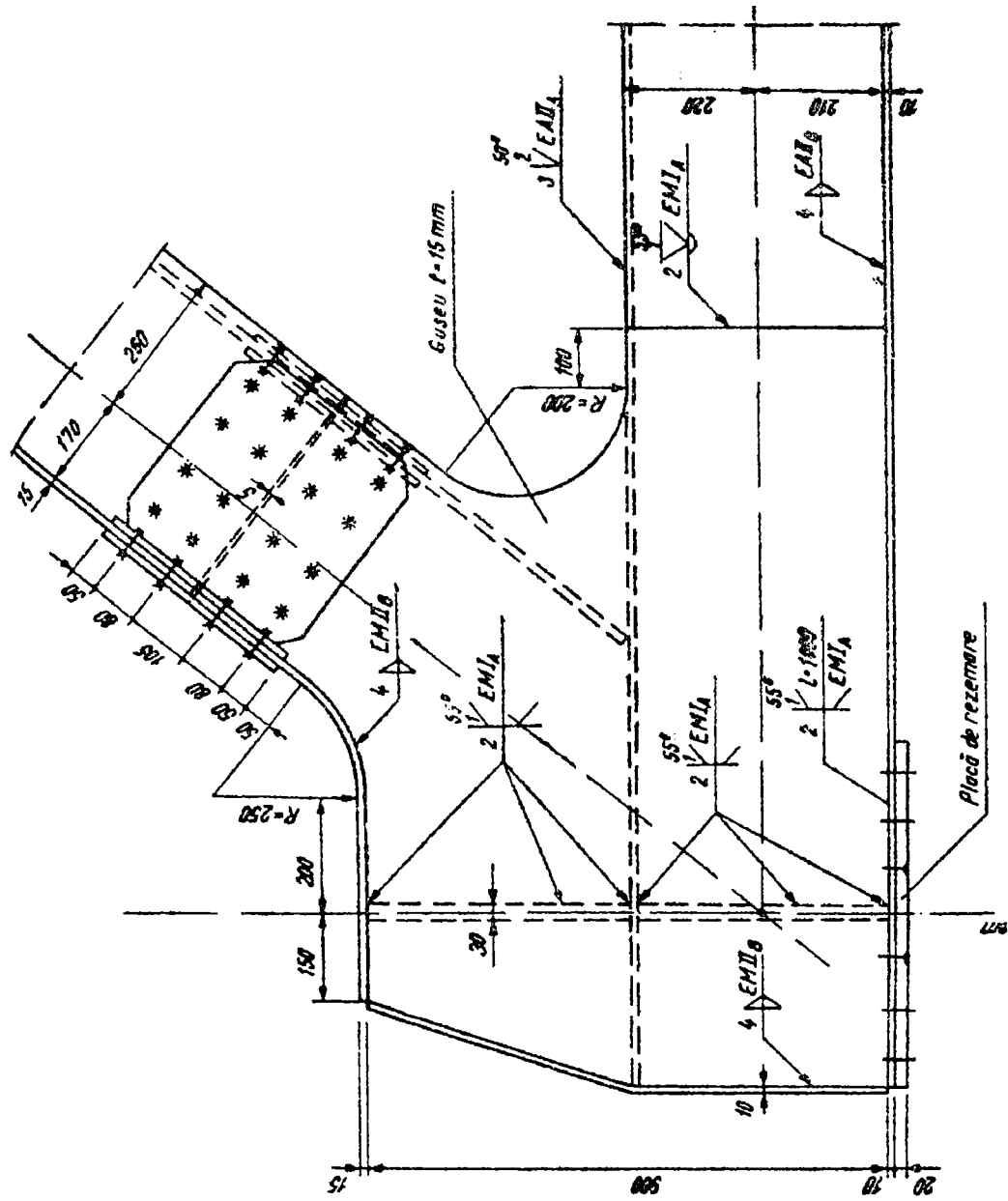


Figura 2.2.a

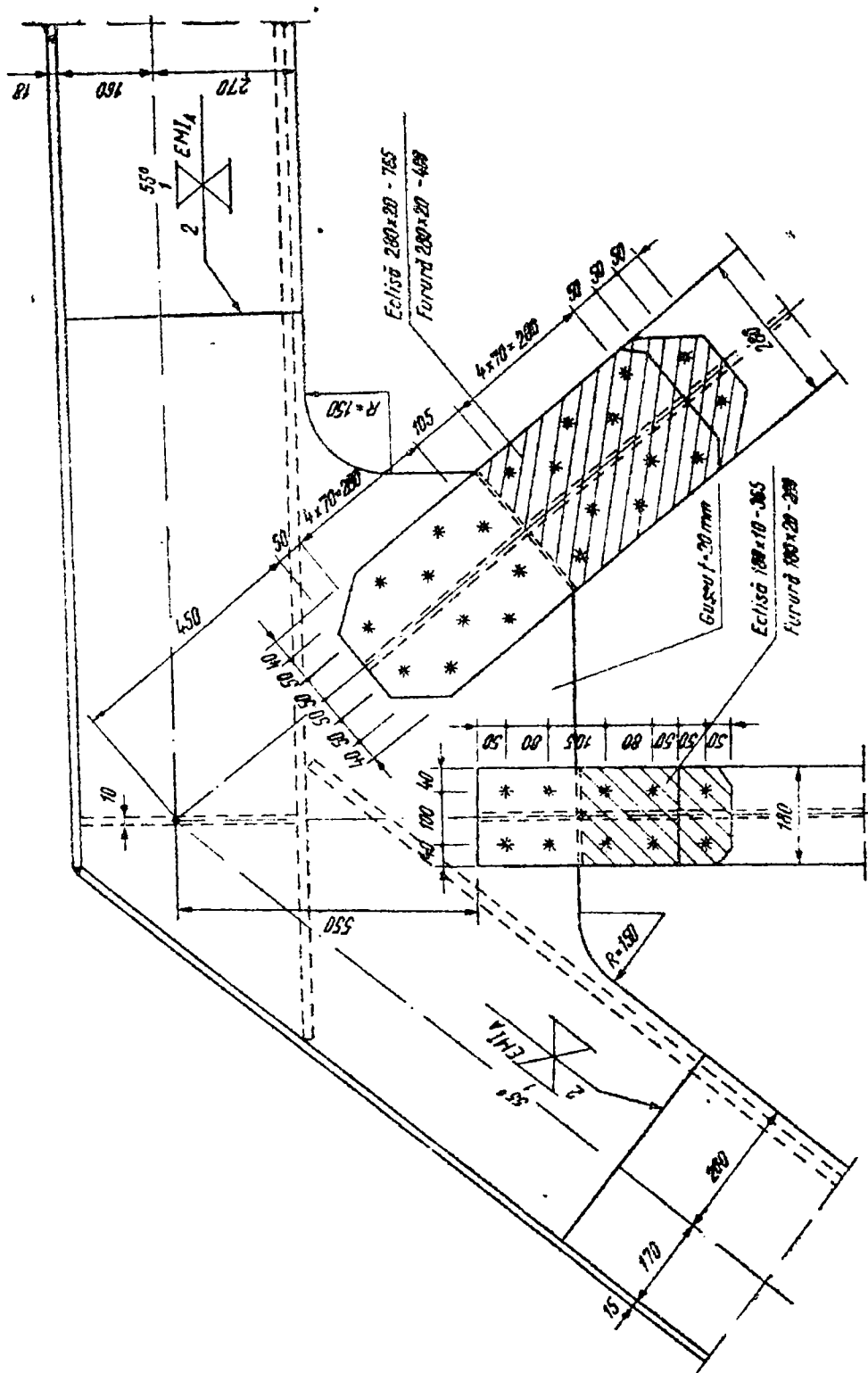


Figura 2.2.b

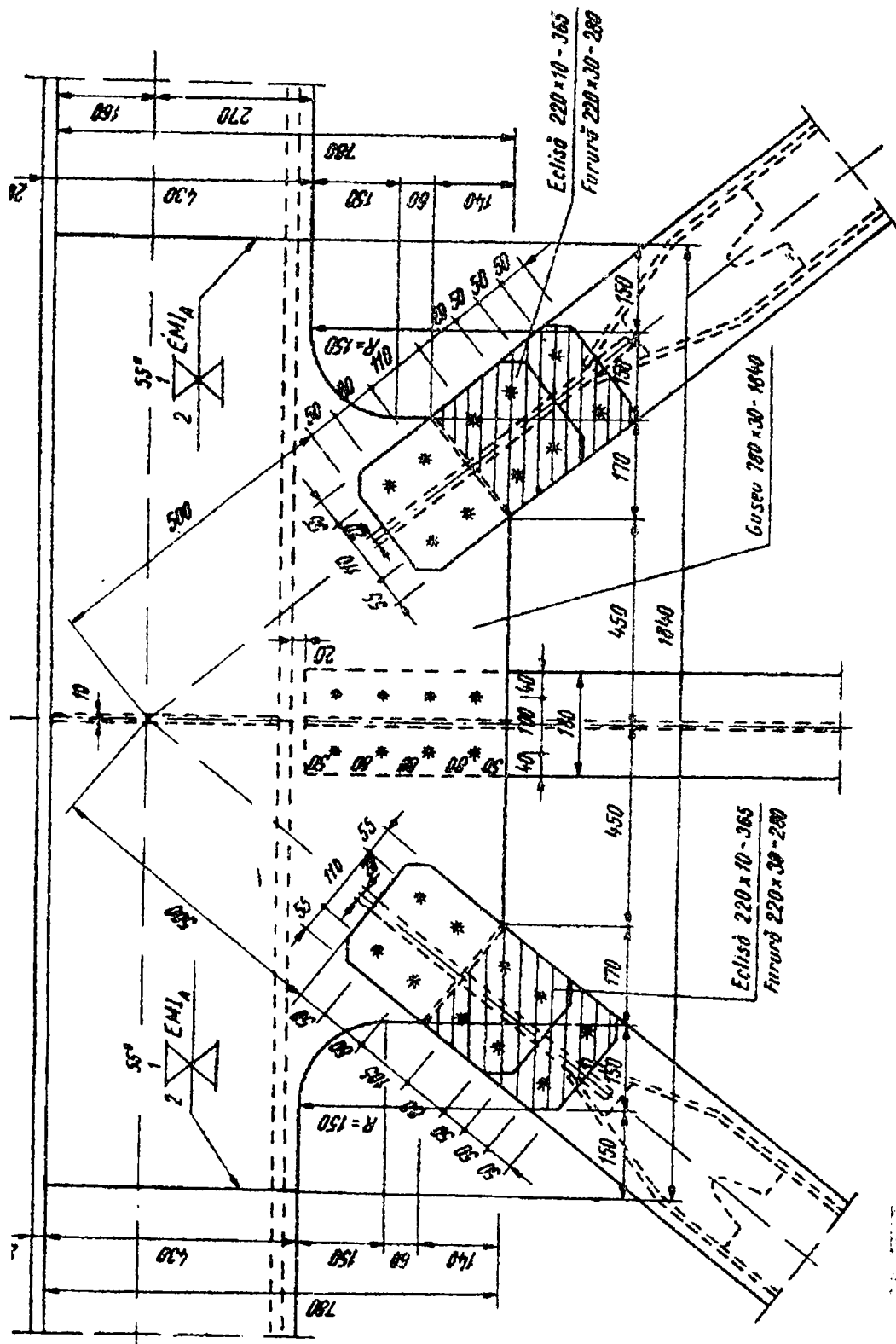
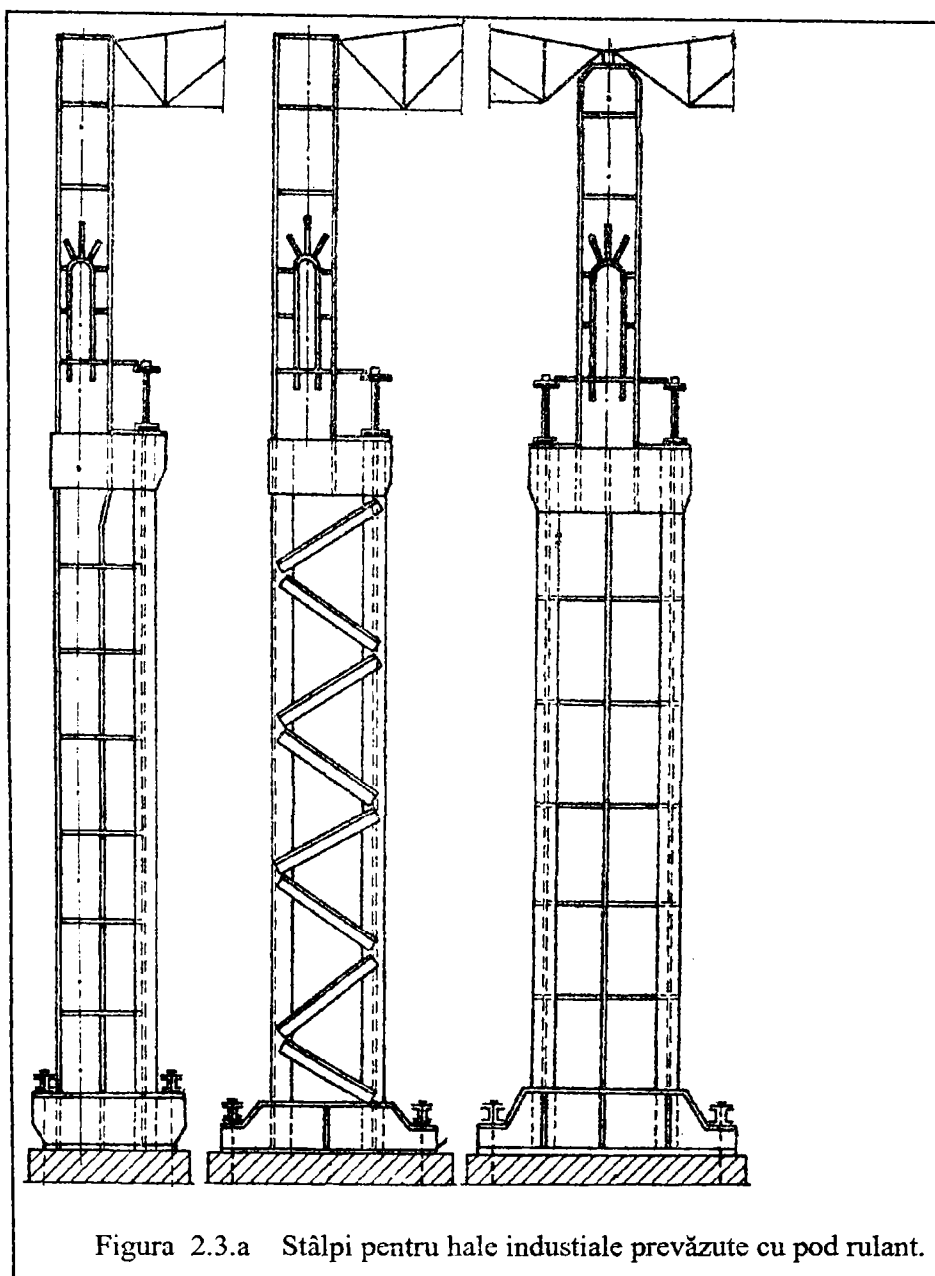


Figura 2.2.c

2.3 HALE INDUSTRIALE

În figura 2.3.a se prezintă diferite moduri de realizare a stâlpilor pentru hale industriale prevăzute cu pod rulant.



Stâlpi sunt realizați în două variante :

cu inimă plină

cu zăbrele

Se observă că atât ramura superioară a stâlpilor cât și prinderea stâlpilor de fundații necesită piese metalice cu forme speciale .

În figura 2.3.b se prezintă colțul de cadru pentru structura unei hale realizată în varianta stâlpi cu inimă plină și rigla de tip grindă cu inimă plină.

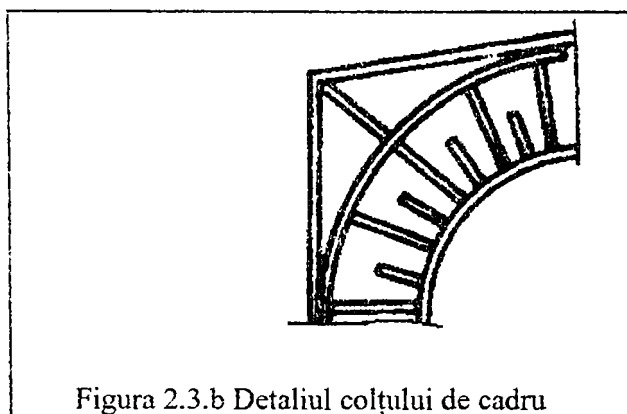


Figura 2.3.b Detaliul colțului de cadru

Piesa metalică ce formează inima acestui colț de cadru este delimitată de un contur format din drepte și un arc de cerc.

La halele industriale prevăzute cu pod rulant , pentru preluarea forțelor de frânare a căruciorului , se folosește grinda de frânare.

Grinda de frânare este poziționată la nivelul tălpii superioare a grinzii de rulare.

În figura 2.3.c se prezintă modul de prindere a grinzii de frânare de inima grinzii de rulare .

Prinderea se face prin intermediul guselelor de formă poligonală folosind nituri , șuruburi sau șuruburi de înaltă rezistență , ori cu cusături de sudură executate la montaj .

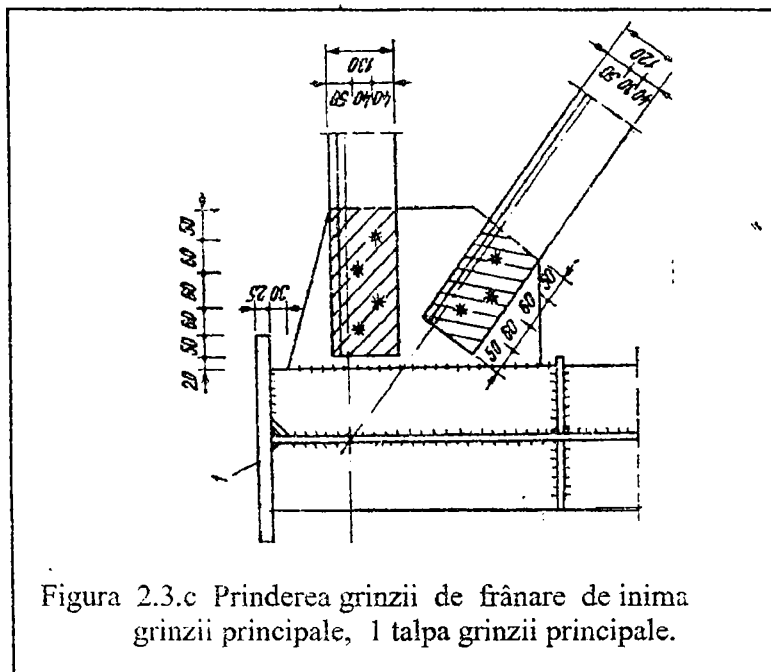
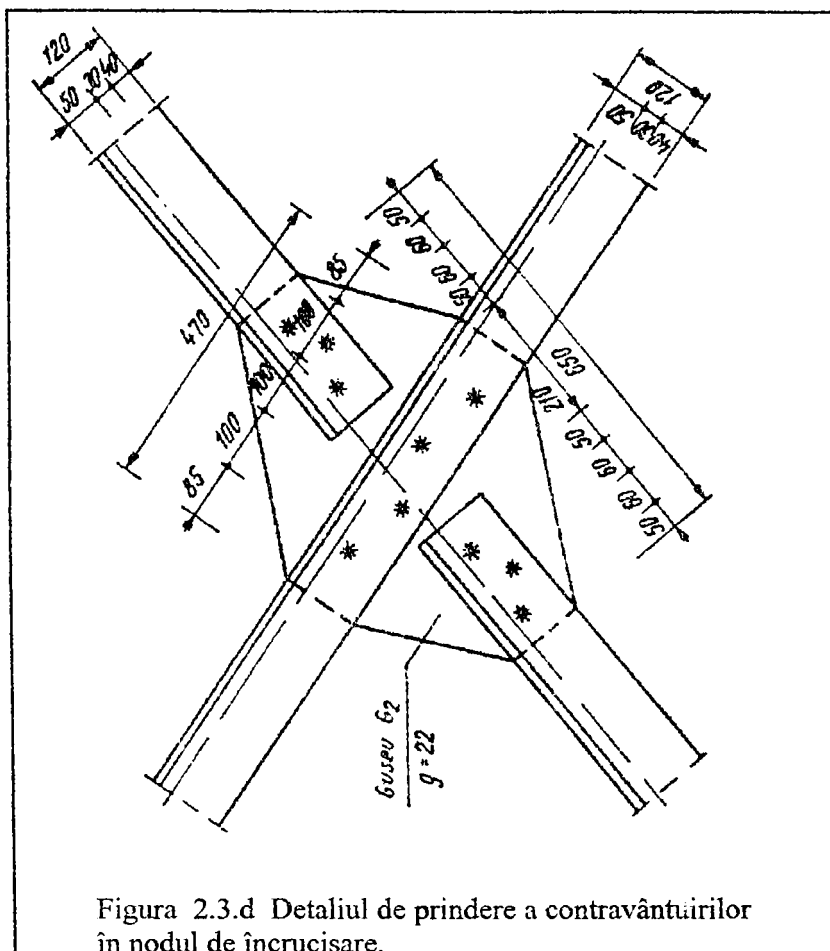


Figura 2.3.c Prinderea grinzii de frânare de inima grinzii principale, 1 talpa grinzii principale.

Stâlpii halelor industriale sunt dezvoltăți în planul transversal pentru a prelua solicitările din podul rulant și din solicitările transmise de la acoperiș.

În afara planului cadrului transversal, rigiditatea stâlpilor este redusă, motiv pentru care prinderea lor de fundații în sens longitudinal se consideră ca fiind articulată.

Pentru a se asigura stabilitatea acestui sistem în sens longitudinal, se prevăd în dreptul șirurilor marginale de stâlpi contravânturări verticale. În figura 2.3.d se prezintă modul de prindere a contravânturilor în nodul de încrucișare a acestora.



În figura 2.3.e se prezintă vederea spațială a prinderii unui stâlp metalic pe blocul de fundare din beton armat. Pentru a se putea transmite eforturile din stâlp la blocul de fundare este necesar realizarea unei baze de descărcare prin intermediul plăcii de bază. Pentru a asigura transmiterea cât mai uniformă a presiunii între talpa stâlpului și fundația de beton sunt prevăzute traverse longitudinale și transversale. Rolul traverselor este și de a mări rigiditatea plăcii de bază. Formele și dimensiunile plăcii de bază cât și a traverselor sunt prezentate în figura 2.3.f.

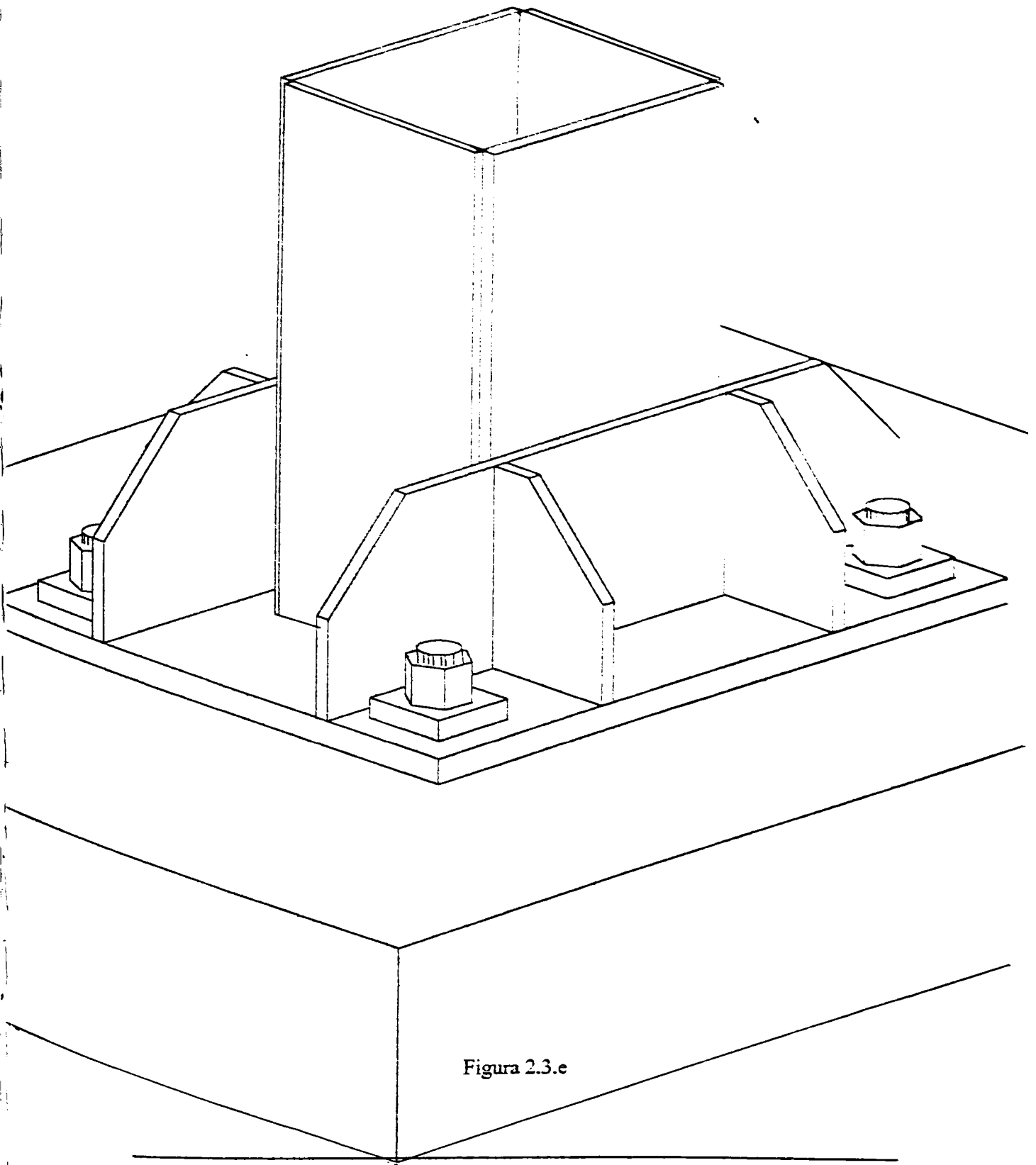
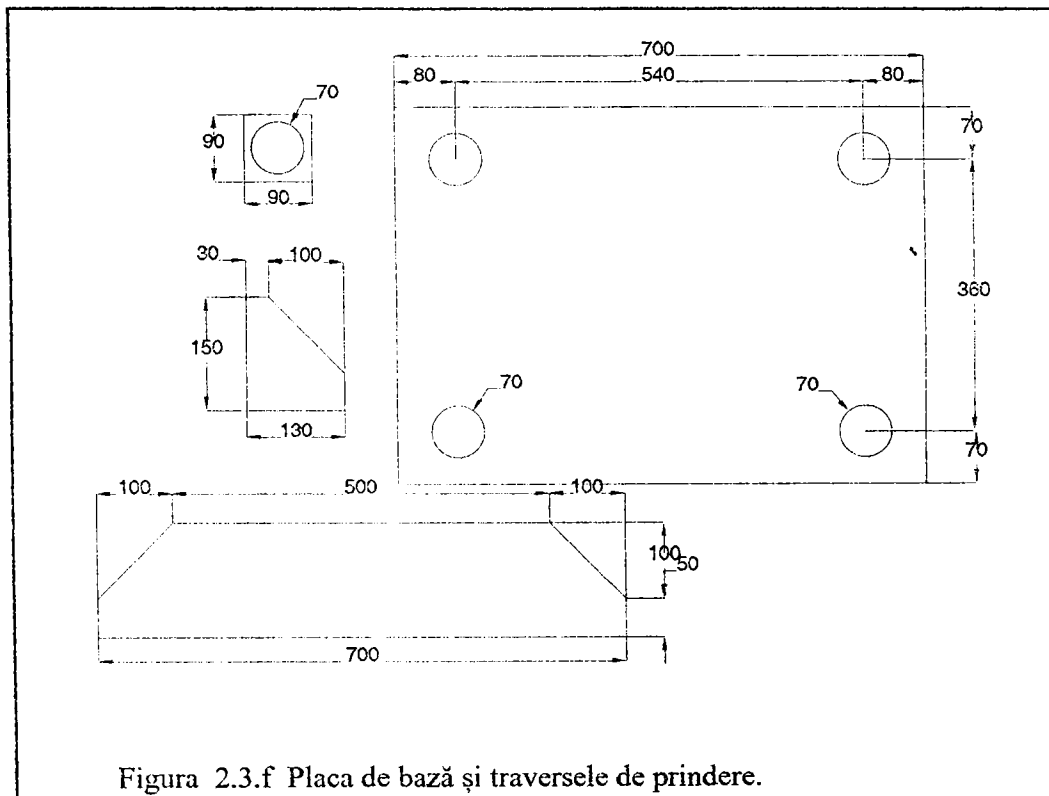
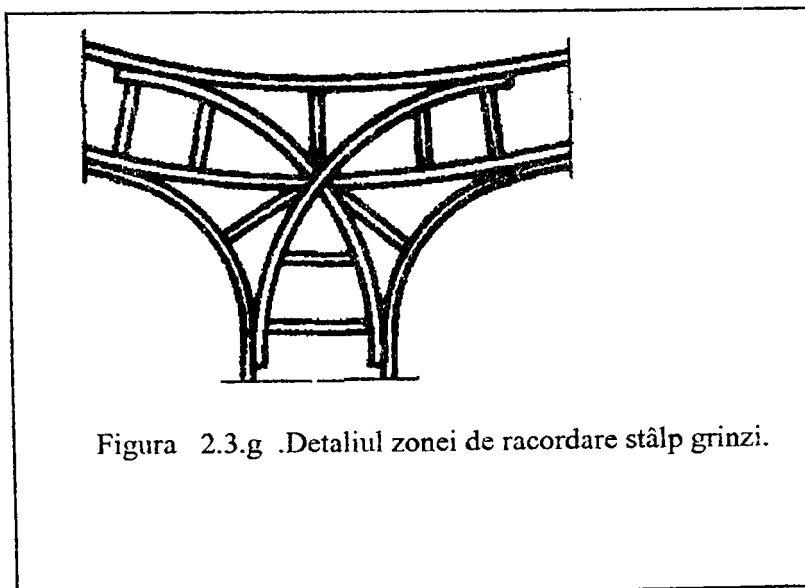


Figura 2.3.e



Forma acestor elemente este de tip dreptunghi, trapez, cu goluri de tip cerc.

În partea superioară stâlpul se prinde de două grinzi tip cheson prin intermediul unei zone de racordare prezentată în figura 2.3.g .

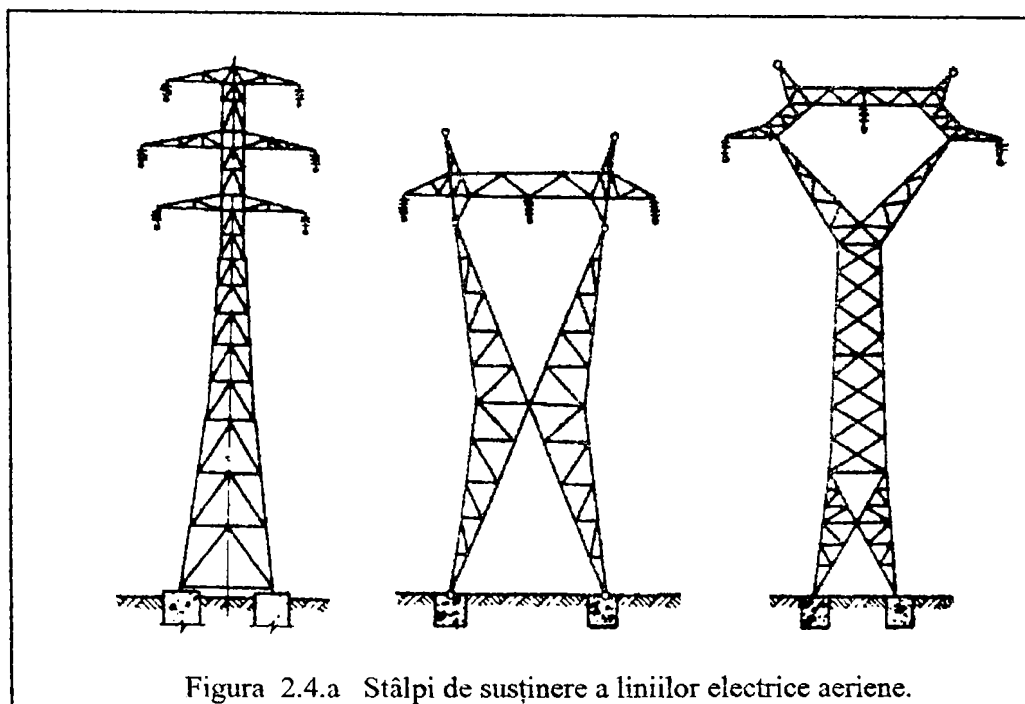


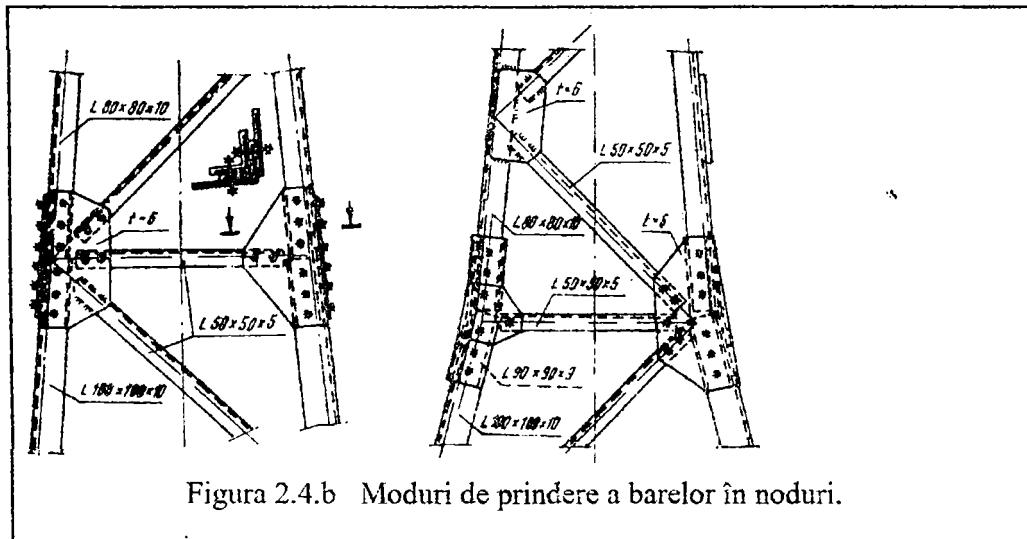
2.4 STRUCTURI DE SUSȚINERE A LINIILOR ELECTRICE AERIENE.

Pentru susținerea liniilor aeriene de înaltă tensiune sunt necesari stâlpi cu înălțimi cuprinse între 20_100 metri , care să asigure trecerea utilajelor de gabarit mare pe sub aceste linii , cât și asigurarea înălțimii de protecție la descărcare electrică . Relizarea acestor stâlpi se face folosind structuri metalice de tip grinzi cu zăbrele spațiale , a căror elemente componente pot fi de tip bare din profile laminate sau de tip zăbrele . Secțiunea transversală a acestor stâlpi poate fi triunghiulară sau pătrată , alegerea tipului de secțiune este condiționată de înălțimea stâlpului și de încărcările ce acționează pe el . Datorită înălțimii mari a acestor structuri tălpile grinzii cu zăbrele sunt neparalele . Astfel prinderea elementelor în nod se efectuează la unghiuri variabile , ce implică realizarea de gusee cu forme complexe.

În figura 2.4.a se prezintă diferite tipuri de stâlpi de susținere a liniilor electrice.

În figura 2.4.b se prezintă modul de prindere în nod a barelor cât și forma guseelor.





2.5 HANGARE

În figura 2.5.a se prezintă schemele geometrice a structurilor metalice pentru realizarea de hangare , cu deschideri de la 40 la 100 metri și înălțimi de la 14 la 30 metri.

Realizarea acestor structuri se face prin intermediul grinzilor cu zăbrele sau a grinzilor cu inimă plină susținute de cabluri.

Pentru realizarea nodurilor structurii de tip grindă cu zăbrele sunt necesare piese de tip :gusee cu forme geometrice ce includ trapezul, dreptunghiul, arcul de cerc.

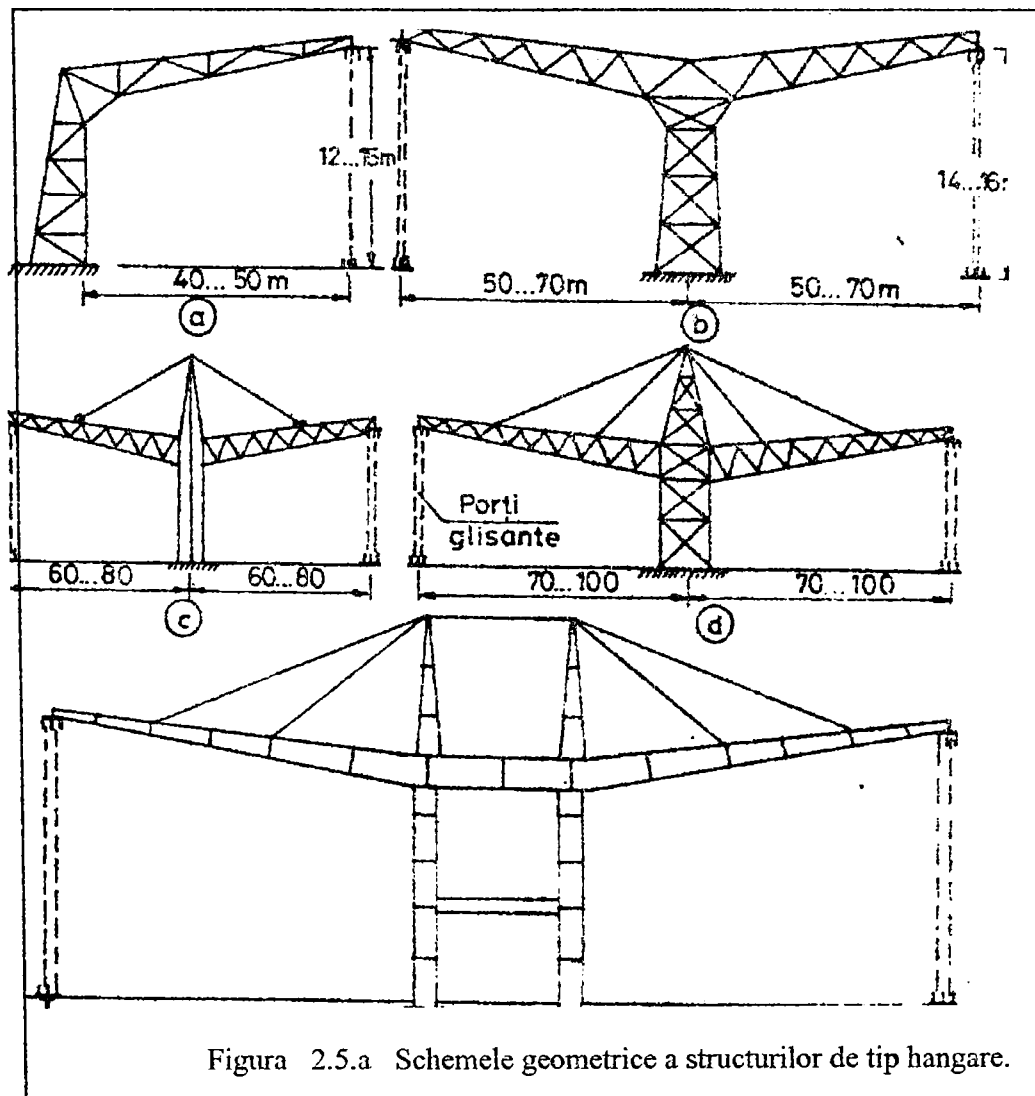
Pentru realizarea grinzii cu inimă plină sunt necesare piese de tipul :

talpă superioară

talpă inferioară

inima grinzii

Forma inimi este un contur ce include linii, arce de cerc , arce de parabolă



2.6 REZERVOARE SFERICE

În industria de prelucrare a petrolului ,respectiv a gazelor naturale pentru depozitarea produselor finite sau a materiei prime ,se folosesc rezervoare cilindrice și sferice realizate din oțel.

Pentru a se realiza aceste rezervoare , sunt necesare piese din tablă de oțel cu forme de debitare speciale. În figura 2.6.a se prezintă forma unui rezervor sferic.

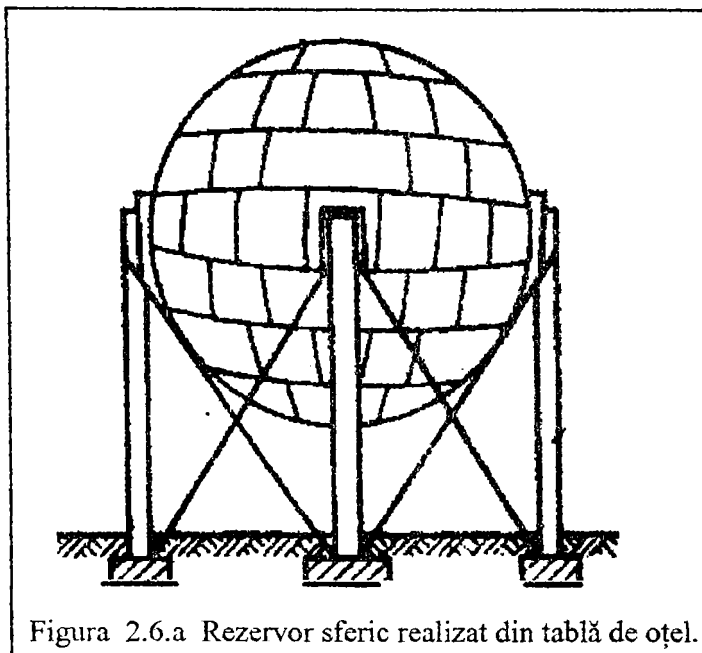


Figura 2.6.a Rezervor sferic realizat din tablă de oțel.

Petalele ce formează mantaua rezervorului sunt de forma trapezelor curbilini cu unghiuri ce se modifică funcție de poziția ocupată de fiecare petală pe sferă.

2.7 CONSTRUCȚII METALICE HIDROTEHNICE.

Construcțiile hidrotehnice implică structuri metalice foarte complexe de tipul stăvililor plane , stăvile segment ,stăvile clapetă , stăvile segment cu clapetă , batardouri , porți de ecluze. În figura 2.7.a se prezintă stăvila segment cu clapetă de la amenajarea hidrotehnică de pe Oltul superior. Stăvila este alcătuită din două panouri , panoul I reprezentat de o stăvilă segment peste care este dispus panoul II , format dintr-o stăvilă clapetă. Acest mod de echipare a orificiilor deversoare este foarte avantajos pentru că permite îndepărtarea, atât a corpurilor plutitoare cât și a aluviunilor , cu pierderi hidraulice minime .

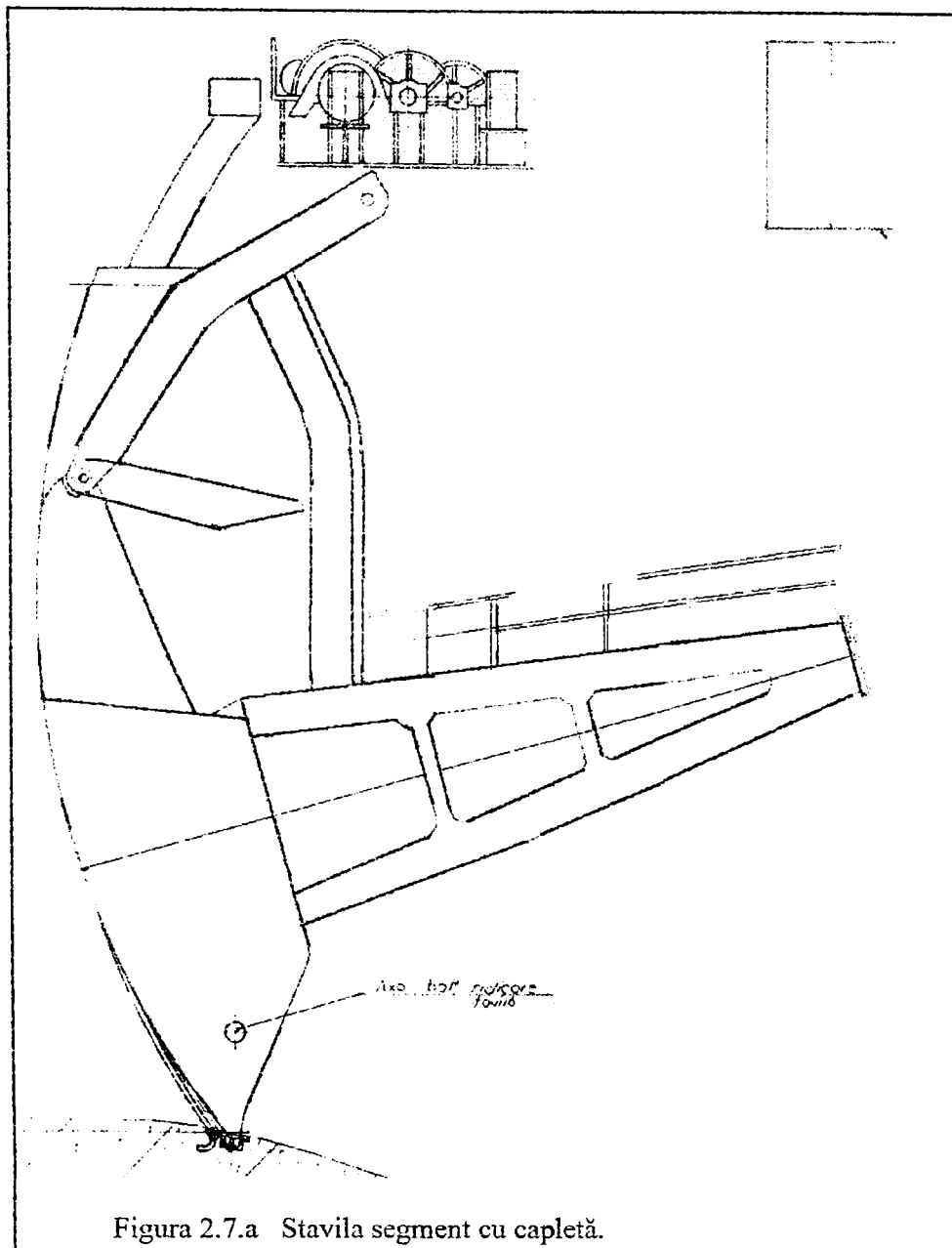


Figura 2.7.a Stavila segment cu clapetă.

Piese ce compun stavila segment și clapeta sunt delimitate de contururi realizate din arce de cerc, linii, parabole.

Lonjeroanele sunt realizate din elemente liniare de tip platbandă sau profile uzinate.

Realizarea antretoazelor se face din tablă ce este debitată după un contur complex , delimitat de arce de cerc sau arce de parabolă.

Piese ce formează cadrul principal al stavilei sunt realizate din tablă debitată după un contur delimitat de linii, arce de cerc.

În figura 2.7.b se prezintă un detaliu al zonei de etanșare din partea inferioară a stavilei .

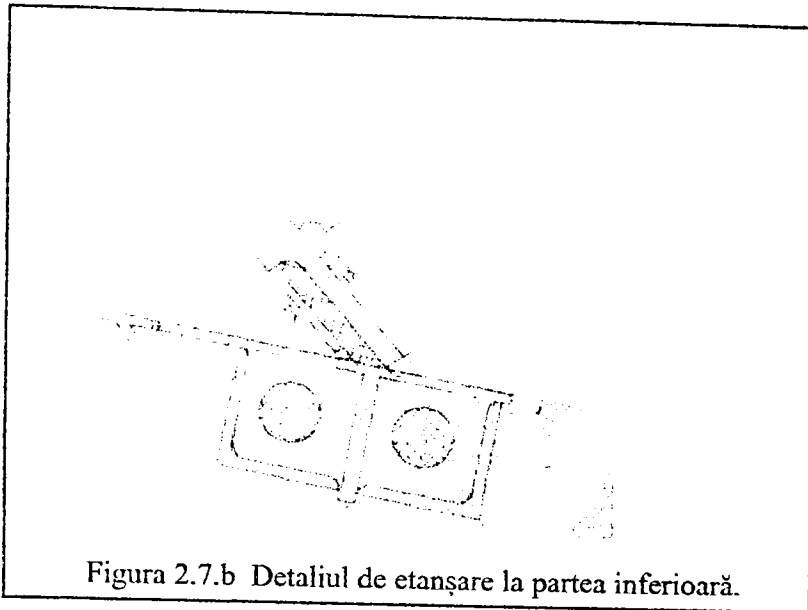


Figura 2.7.b Detaliul de etanșare la partea inferioară.

Din detaliul figuri 2.7.b se observă piesele ce formează o parte a antretoazei au un contur de delimitare realizat de un trapez și arc de cerc.

2.8 PALETE METALICE EOLIENE

Construcțiile metalice de tip palete eoliene sunt construite dintr-o structură de rezistență formată din antretoaze ,lonjeroane,ax central.

Lonjeroanele se pot realiza din elemente liniare continue peste mai multe antretoaze.

Pentru a se realiza continuitatea lonjeroanelor este necesar să se execute în antretoaze goluri de trecere a acestor lonjeroane.

Golurile realizate în antretoaze au o formă complexă pentru a elimina apariția concentratorilor de tensiuni.

Pentru a se asigura realizarea unui profil aerodinamic al paletei este necesar ca antretoazele să fie debitate după un profil complex delimitat de arce de cerc respectiv arce de parabolă.

În figura 2.8.a se prezintă forma antretoazei a unei palete eoliene.

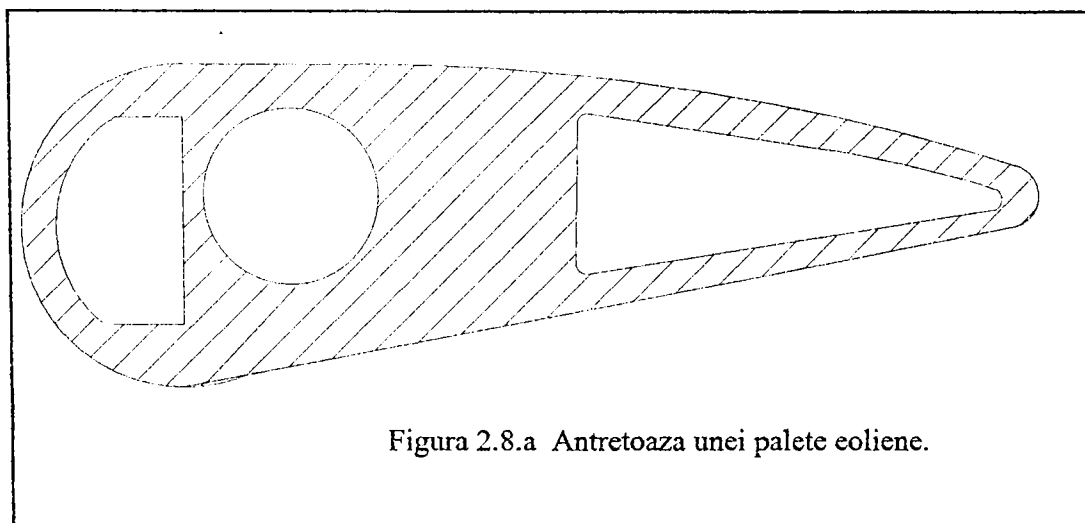


Figura 2.8.a Antretoaza unei palete eoliene.

CONCLUZII.

Piese ce compun elementele construcțiile metalice prezentate în figurile 2.1,.....,2.8 au diverse forme delimitate de contururi care pot fi:

- contururi geometrice simple dreptunghiuri, trapeze figura 2.9.a...b
- contururi geometrice realizate din dreptunghiuri racordate între ele cu arce de cerc figura 2.9.c

- contururi poligonale cu 5 sau 6 laturi figura 2.9.d
- contururi delimitate de drepte și arce de cerc concave ,convexe figura 2.9.e..f
- contururi realizate din dreptunghiuri cu unghiul de înbinare diferit de 90 de grade și racordate cu arce figura 2.9.g
- contururi rezultate în urma aplicării de funcții de grad superior lui 2 sau funcții trigonometrice ori exponențiale figura 2.9.h .

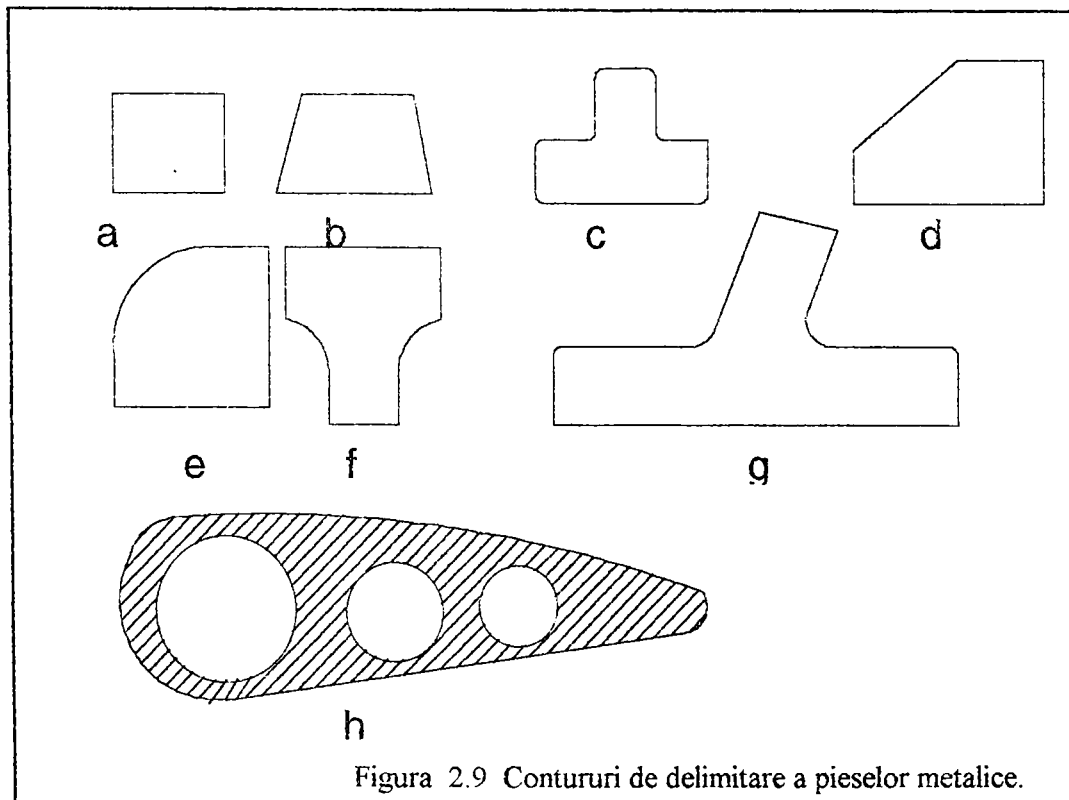


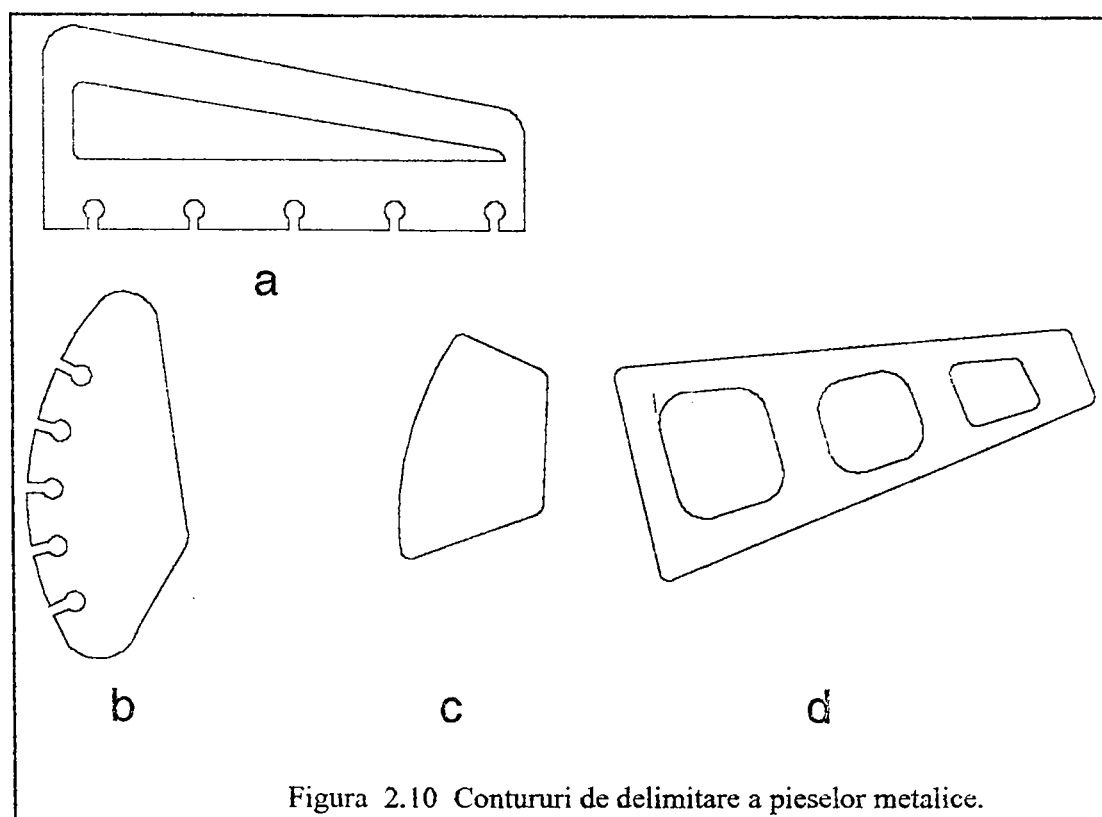
Figura 2.9 Contururi de delimitare a pieselor metalice.

Pentru construcțiile metalice de tip poduri sau de tip hidrotehnice piesele folosite sunt delimitate de contururi foarte complexe ce includ linii, cercuri, arce de cerc, arce de parabolă. În figura 2.10.a este prezentat o parte din antretoaza unui pod de șosea . La aceasta se distinge zona formată din arce și linii din partea inferioară necesară realizării continuității lonjeroanelor. Piesa ce compune antretoaza unei stavile segment figura

2.10.b este delimitată de un contur mai complex ce implică ca zonele de trecere a lonjeroanelor să fie dispuse pe un arc de cerc sau pe un arc de parabolă .

Piesa din figura 2.10.c este delimitată de arce de cerc cu raze diferite.

Pentru realizarea cadrului unei stavile segment sunt necesare piese cu un contur exterior de forma unui trapez figura 2.10.d . Iar pentru micșorarea greutateii se efectuează în piesă goluri dreptunghiulare sau trapezoidale . Pentru a nu apare concentratori de tensiune în apropierea golurilor se efectuează racordarea liniilor ce delimitează golul prin arce de cerc.



Realizarea pieselor ce compun construcțiile metalice prezentate în acest capitol se poate face prin debitare manuală sau debitare folosind mașini de debitare programabile .

Debitarea manuală se realizează cu un preț de cost ridicat și cu o precizie scăzută. Acest procedeu de debitare poate duce la rebuturi mari sau la construcții metalice cu tensiuni remanente mari, datorită execuției de o calitate inferioară normelor în vigoare.

Pentru a se realiza piese complexe delimitate de orice tip de contur este necesar aplicarea unei tehnologii adecvate. Debitarea pieselor folosind mașini de debitat programabile permite realizarea preciziei dorite cât și o productivitate mare.

Pentru a se putea programa mașina de debitat este necesar ca aceste contururi ce delimitează piesele să fie precis indicate.

Indicarea elementelor ce formează un contur se realizează prin deducerea funcțiilor matematice ce descriu elementul.

În capitolul **Complemente de matematică** sunt prezentate minimumul de funcții respectiv minimumul de figuri plane folosite la realizarea conturilor.

3. COMPLEMENTE DE MATEMATICĂ

3.1 NOȚIUNEA DE FUNCȚIE

Fie E și F două mulțimi, iar f un procedeu prin care asociem oricărui element x din E , un element y din F și numai unul.

Atunci tripletul (E, F, f) se numește funcție și se notează $f: E \rightarrow F$.

E este domeniul de definiție, iar F este codomeniul funcției.

Dacă E și F sunt mulțimi de numere, atunci funcția se numește funcție numerică.

Dacă E și F sunt submulțimi reale, atunci funcția se numește funcție reală.

Funcțiile elementare sunt: funcția polinomială, funcția rațională, funcția radical, funcția putere, funcția exponențială, funcția logaritmică, funcțiile trigonometrice directe (\sin , \cos , tg , ctg), funcțiile trigonometrice inverse (\arcsin , \arccos , arctg , arcctg), orice funcție obținută din cele de mai sus prin aplicarea succesivă, de un număr finit de ori, a operațiilor algebrice, a operației de compunere și a operației de inversare.

3.1.1 GRAFICUL UNEI FUNCȚII

Fie o funcție $f: E \rightarrow F$. Se numește graficul funcției f o mulțime $G_f = \{(x, y) / x \in E, y = f(x)\}$.

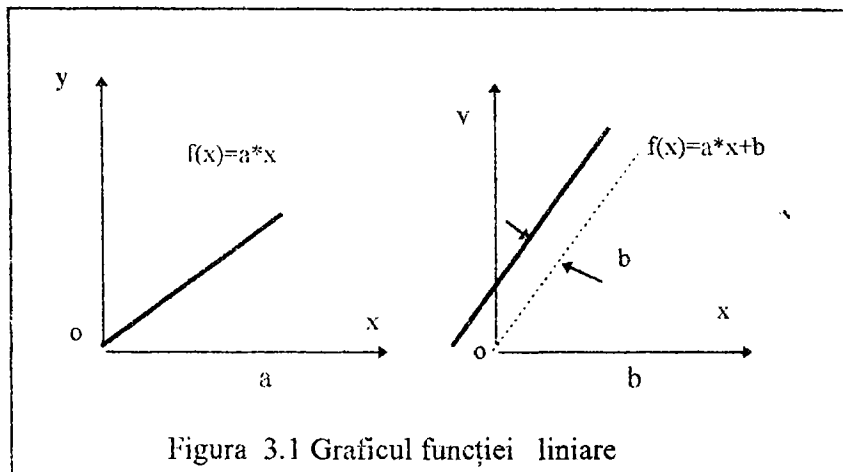
Observăm că fiecare element al graficului este o pereche în care prima componentă este un element x din domeniu, iar a doua componentă este valoarea funcției în x .

Graficul unei funcții se poate reprezenta în plan, într-un sistem de axe carteziene.

3.1.2 Exemplu: Funcția liniară

Este o funcție polinomială de gradul I, $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = a \cdot x + b$, $a \neq 0$, $a, b \in \mathbb{R}$

Graficul ei este o dreaptă, ce trece prin origine dacă $b = 0$, figura 3.1.a sau nu, dacă $b \neq 0$, figura 3.1.b.



Constanta (a) se numește coeficientul unghiular (panta).

Funcția $f(x) = a*x + b$ figura 3.1.b este tot o funcție liniară dar care nu mai are graficul trecut prin originea sistemului $f(x), x$, (b) reprezintă translația paralelă a funcției $f(x) = a*x$.

3.2 GEOMETRIA PLANĂ.

Geometria plană este o ramură a geometriei. În geometria plană se presupune dinainte dat un plan și toate noțiunile geometrice au loc în raport cu acest plan.

3.2.1 Punctul și dreapta

Punctul și dreapta sunt noțiuni fundamentale ale geometriei plane .

3.2.2 Segment de dreaptă

Segmentul de dreaptă AB este mulțimea tuturor punctelor dreptei AB care se găsesc între A și B .

3.2.3 Triunghiul

Triunghiul ABC este reuniunea a trei segmente închise : $[AB]$, $[BC]$, $[CA]$, unde A,B,C sunt trei puncte distincte necolineare.

3.2.4 Poligonul

Figură geometrică plană alcătuită din segmente închise .

3.2.5 Cercul

Este locul geometric al punctelor din plan care se găsesc la distanța r , de un punct fix numit centru , r este un număr real strict pozitiv.

Element caracteristic pentru cerc este valoarea

$$\pi = 3,1415926535897932384 \quad (3.1)$$

$$3 \cdot 10^{-71} < \pi < 3 \cdot 10^{-70} . \quad (3.2)$$

3.2.6 Elipsa

Este locul geometric al punctelor din plan pentru care suma distanțelor la două puncte fixe este constantă $=2a$.

Punctele fixe se numesc focarele F_1 , F_2 .

Distanța constantă $2a$ trebuie să fie mai mare decât distanță dintre cele două focare F_1 și F_2 .

3.2.7 Parabola

Este locul geometric al punctelor din plan egal depărtate de un punct fix și de o dreaptă fixă din plan.

3.3 DETERMINAREA DATELOR GEOMETRICE

Pentru determinarea traiectoriei după care trebuie deplasată brenerul de tăiere este necesar , ca traiectoria să fie descompusă în elemente geometrice componente de tipul : segment de dreaptă , arc de cerc , arc de parabolă , arc de elipsă . Totalitatea punctelor care separă componentele geometrice ale conturului poartă denumirea de puncte de contur. Aceste puncte pot fi de tipul: punct de plecare , punct de tangență , punct de inflexiune , puncte de vârf , punct de sfârșit .

La punctele de vârf sau de tangență trebuie ca pe lângă operația de deplasare să se execute și operația de mărire sau de micșorare a vitezei de lucru.

În afară de aceste puncte mai trebuie definite și punctele ce definesc centrele arcelor de cerc, respectiv focarele elipselor sau elementele caracteristice pentru parabole aferente conturului piesei. În figura 3.2 se prezintă un contur de debitat cu punctele de contur și elementele caracteristice.

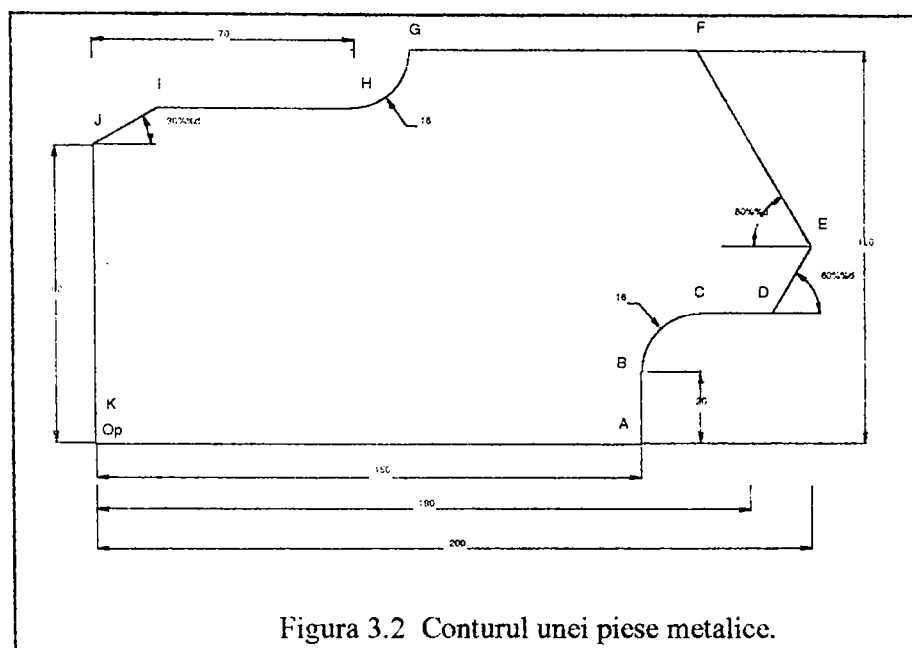


Figura 3.2 Conturul unei piese metalice.

punct	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
X	150	150		180	200			78				78
Y	0	20				120	120			82		

Prin calcul se pot determina coordonatele punctelor intermediare astfel.

$$X_c = X_k = X_a + 16 = 166 \quad (3.3)$$

$$Y_c = Y_d = Y_b + 16 = 36 \quad (3.4)$$

$$Y_e = Y_d + 20 \cdot \operatorname{tg}(60^\circ) = 70,6 \quad (3.5)$$

$$X_f = X_g - (120 - Y_e) \cdot \operatorname{tg}(30^\circ) = 171,5 \quad (3.6)$$

$$X_g = X_l + 20 = 98 \quad (3.7)$$

$$Y_h = 120 - 20 = 100 \quad (3.8)$$

$$Y_i = Y_h = 100 \quad (3.9)$$

$$X_i = X_j + 18 \operatorname{ctg}(30^\circ) = 31,14 \quad (3.10)$$

$$Y_i = Y_g = 98 \quad (3.11)$$

Punctele de pe contur sunt de tipul : G= punct de plecare și punct final.

B,C,H =puncte de tangentă, A,D,E,F,G,I,J =puncte de vârf.

După determinarea acestor coordonate programul trebuie să realizeze corecția de traiectorie în funcție de brenerul de tăiere .

La deplasări după axele X,Y a brenerului de tăiere este necesar să se efectueze o translatare față de axele X,Y.

Dacă traiectoria de debitat este de tip : dreaptă,arc,cerc , este necesar ca noua traiectorie parcursă de brenerul de tăiere să fie calculată în funcție de tipul elementului .

În funcție de traiectoria după care se face deplasarea brenerului între punctele extreme ale segmentului există:

interpolare liniară

interpolare circulară

interpolare parabolică

3.4 GENERAREA PRIN METODA INTERPOLĂRII LINIARE

La aproximarea curbilor prin segmente drepte este necesar să se impună toleranțe de calcul încât prelucrarea să se încadreze în toleranțele de execuție impuse de normativele în vigoare.

Segmentul de aproximare a curbilor pot fi [49] : tangente , secante , coarde. În figura 3.3 se prezintă aproximarea unui cerc prin elemente de dreaptă de tipul : tangentă, secantă, coardă, indicându-se și toleranțele ce apar la fiecare aproximare. Considerând pentru aproximarea unui cerc elemente de tip coardă , figura 3.3 , se pot determina coeficienții de aproximare a coardei;

$$R = r_p + r_s \quad (3.12)$$

$$\Delta = R - OB \quad (3.13)$$

$$\Delta C^2 = 4(R^2 - (E - \Delta)^2) = 4(2R - \Delta^2) \quad (3.14)$$

În cazuri practice Δ^2 se poate neglija, rezultă

$$\Delta C = 2\sqrt{2R\Delta} \quad (3.15)$$

$$\angle \Phi = \arccos((R - \Delta)/R) \quad (3.16)$$

Pentru a aproxima un arc de cerc de 120° deschidere cu raza de 14 mm și toleranța de calcul de +0,1 mm , la o prelucrarea cu brener $\varnothing 4$ mm rezultă un unghi la

centru de $4,3^\circ$, care se va alege de 4° pentru a fi un submultiplu unghiului de 120° , rezultând 30 de segmente de coardă pentru a aproxima arcul de cerc.

Din acest exemplu se observă că eroarea de aproximare descrisă de centrul brenerului este mai mare decât eroarea rezultată de piesă la prelucrarea cu brenerului în afara piesei și că această eroare este mai mică cu cât diametrul brenerului este mai mare.

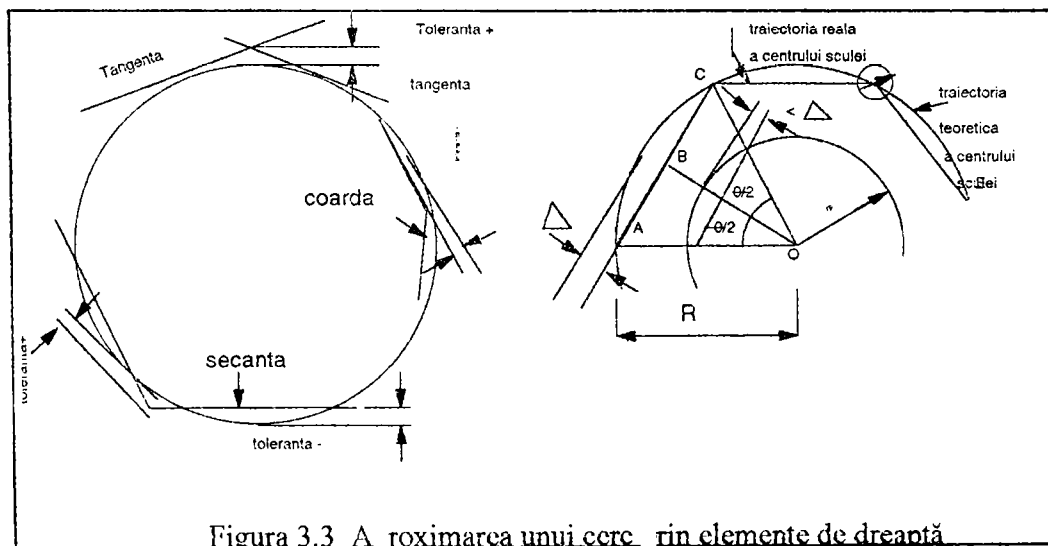


Figura 3.3 Aproximarea unui cerc prin elemente de dreaptă

La prelucrarea cu brenerul în interiorul piesei eroarea la piesă este mai mare decât eroarea de pe traseul centrului brenerului și aceasta este mai mică cu cât diametrul brenerului este mai mic. Analizând cele două exemple se trage concluzia că folosirea aproximării prin coarde nu este recomandată pentru cercuri cu diametru mic. Pentru a elimina această situație este necesar să se folosească aproximarea prin tangentă datorită faptului că brenerul se găsește în afara conturului piesei. Inceputul și sfârșitul prelucrării trebuie executat prin segmente a căror lungime este jumătate din segmentul de dreaptă tangent la curbă. Relațiile de calcul pentru această situație sunt:

$$(R+\Delta)^2 = (BC)^2 + R^2 \quad (3.15)$$

$$\Delta^2 = \text{neglijabil} \quad (3.16)$$

$$2R\Delta = (BC)^2 \quad (3.17)$$

$$BC = \sqrt{(2R) \cdot \Delta} \quad (3.18)$$

$$AC = 2\sqrt{(2R\Delta)} \quad (3.19)$$

$$\angle \theta / 2 = \arccos (R / (R + \Delta)) \quad (3.20)$$

Numărul total de de segmente de aproximare se determină împărțind unghiul la centru al arcului de cerc $\angle \theta$. În cazul metodei secantei lungimea segmentului de dreaptă și unghiul la centru se determină cu relațiile :

$$AC = \sqrt{(R\Delta)} \quad (3.21)$$

$$\angle \theta = 2 \arccos (R - \Delta) / (R + \Delta) \quad (3.22)$$

3.5 CONCLUZII

Astfel , orice contur de debitat prezentat în capitolul (2) poate fi discretizat în elemente geometrice , ce pot fi transpuse în funcții matematice clare.

Elementele de contur de tip arce de cerc sau arce de parabolă se pot discretiza în elemente liniare (segmente de dreaptă) , a căror mărime este determinată în funcție de metoda de interpolare și precizia cerută conform relațiilor (3.15)... (3.22) .

Toate aceste date (vârfulurile conturului de debitat, funcțiile matematice ce descriu conturul) sunt convertite în elemente de comandă pentru mașinile de debitat.

În capitolul (4) se vor prezenta noțiunile privind: echipamentele de comandă, sisteme de cotare, date tehnologice necesare pentru a se comanda o mașină de debitat.

4. STRUCTURA SISTEMELOR DE COMANDĂ A MAȘINILOR DE DEBITAT

4.1 GENERALITĂȚI.

Dezvoltarea rapidă, în ultimile decenii, a teoriei și practicii elementelor de comandă numerică, a fost facilitată de realizările obținute în domeniul teoriei sistemelor automate discrete și tehnica impulsurilor, precum și în domeniul tehnologiei electronice.

În cazul sistemelor de comandă numerică, programul se memorază pe un purtător adecvat sub formă de date numerice. Echipamentele de comandă pot prelucra prin tehnici numerice, datele primite în timpul desfășurării procesului tehnologic.

Comanda numerică este un procedeu de comandă automată care permite poziționarea sau ghidarea unui organ mobil în orice moment al mișcării [51], [59].

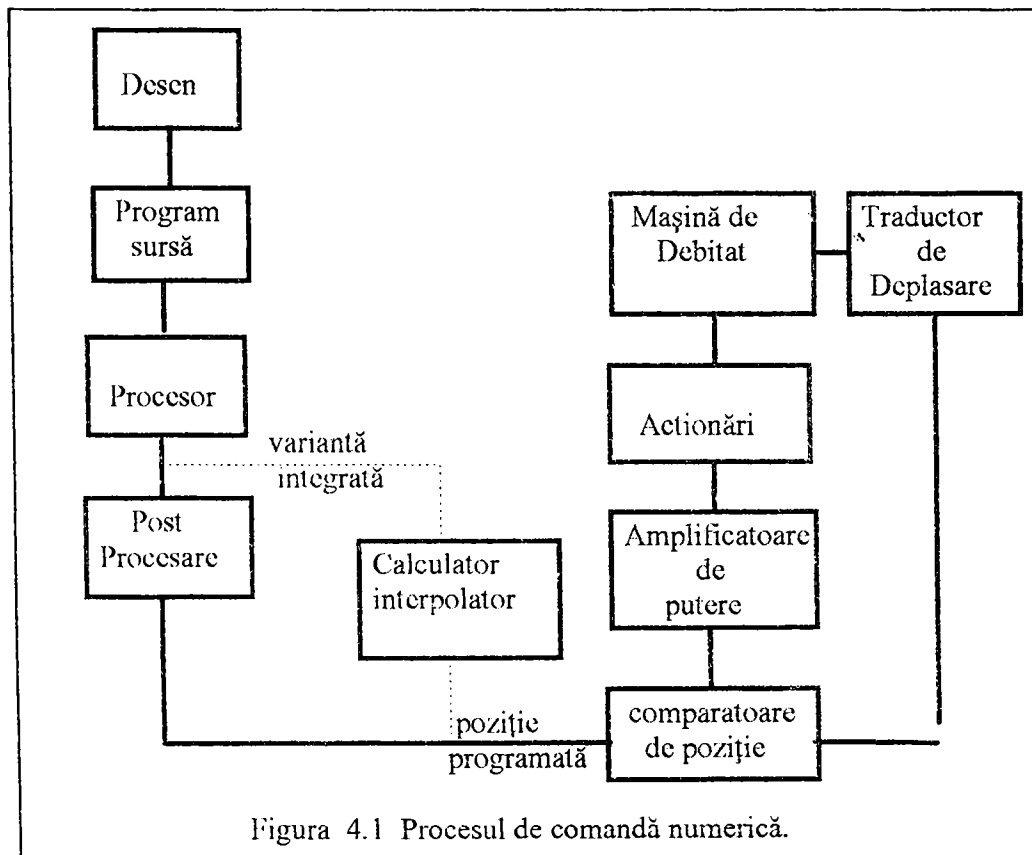
Primele studii în domeniul comenzii numerice datează din anul 1942, fiind efectuate de Massachusetts Institute of technology SUA [51].

Analizând un proces de comandă numerică figura 4.1 se pot distinge următoarele faze:

- Elaborarea programului sursă;
- Prelucrarea datelor;
- Comanda unei mașini unelte, mașini de debitare:

Programul sursă este compus din:

- asamblul instrucțiunilor de definiție geometrică a traiectoriilor pentru capetele de debitare,
 - descrierea operațiilor de uzinare (șablonare, preîncălzire, tăiere),
 - Instrucțiuni privind succesiunea operațiilor de uzinare.
-



Toate aceste instrucțiuni se scriu clar , ținându-se cont de sintaxa și semantica limbajului folosit .După realizarea programului sursă , acesta poate fi salvat pe disc magnetic (hard disc,sau floppy disc).

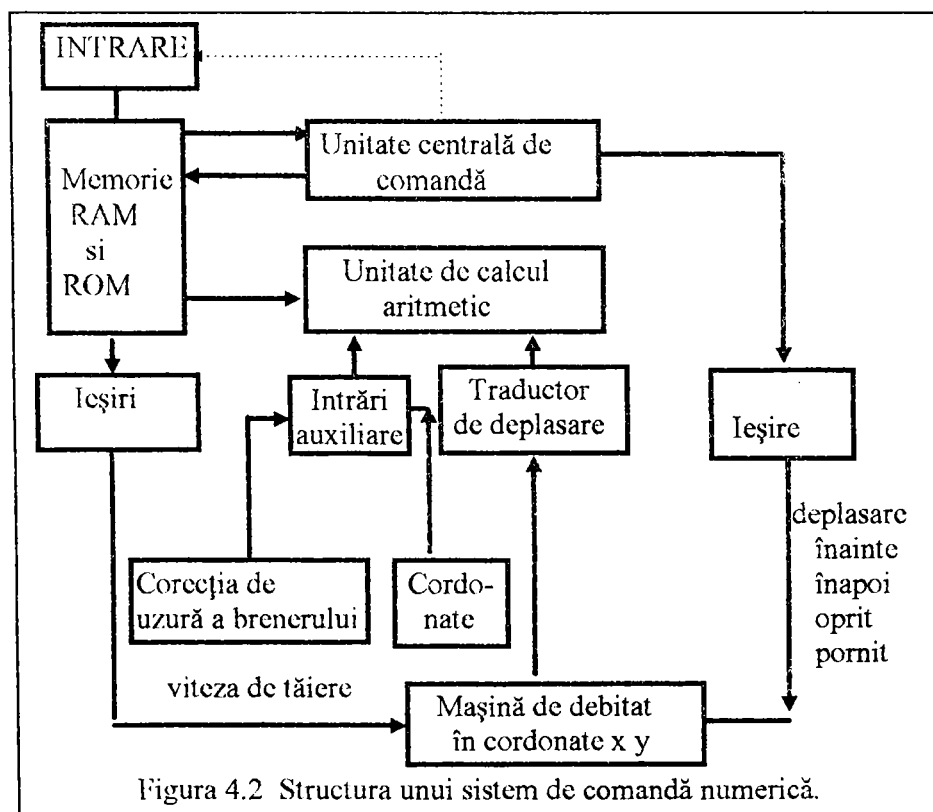
După efectuarea programului sursă are loc prelucrarea automată a datelor în două etape: Etapa **procesare** în care instrucțiunile scrise în limbaj simbolic sunt transformate în coduri specifice calculatorului și se efectuează calculele necesare obținerii succesiunii de puncte care constituie traiectoria brenerului de tăiere.

Etapa **postprocesare** în care datele generale rezultate din prelucrarea internă , efectuată de procesor , sunt adaptate la specificul și caracteristicilor unei mașini de debitare.

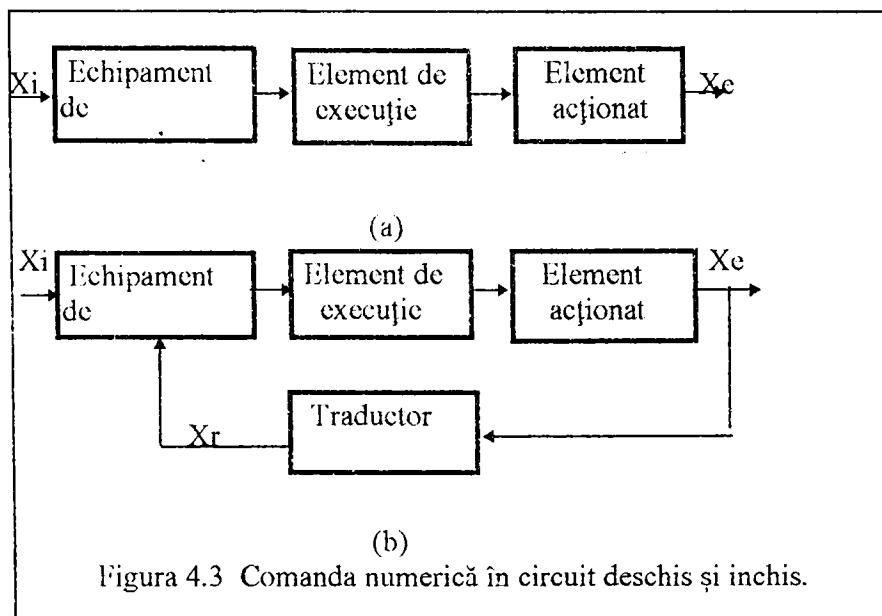
Programul astfel obținut este înscris pe un suport magnetic, în memoria calculatorului sau este pus în execuție .

Comanda mașinii de debitat efectuează on-line plecând de la numărul redus de date care definesc punctele remarcabile ale traiectoriei, punctele intermediare fiind determinate în timpul uzinajului , de către un microcalculator specializat în interpolări. Unitatea aritmetică compară poziția prescrisă și înregistrată în memorie , cu poziția efectivă transmisă de traductorul de poziție.

Blocul logic definește secvența operațiilor necesare pentru obținerea poziționării corecte a capului de debitare și , eventual , fazele de uzinaj. În figura 4.2 , se prezintă structura generală a unui sistem de comandă numerică.



Comanda numerică a mașinilor de debitare se poate efectua în circuit deschis, sau circuit închis. În cazul comenzii în circuit deschis, figura 4.3.a, echipamentul de comandă numerică primește datele de intrare X_i prin intermediul programului și furnizează la ieșire semnalul de comandă X_c (sub formă electrică) care reprezintă mărimea de comandă. Această mărime poate fi un tren de impulsuri, sau o mărime analogică a cărei valoare determină viteza sau numărul de rotații a elementului comandat.



În cazul circuitului deschis, circulația informațiilor se face în sens unic, de la echipamentul de comandă numerică spre mașina unealtă.

În cazul circuitului închis, figura 4.3.b, mărimea de ieșire X_e este măsurată de sistemul de măsurare constituit de traductorul (T), care furnizează la ieșire mărimea de reacție X_r . Echipamentul de comandă numerică are rolul de a compara mărimea programată cu deplasarea efectivă a capului de debitare, dând comenzile necesare pentru obținerea coincidenței valorii programate cu valoarea realizată.

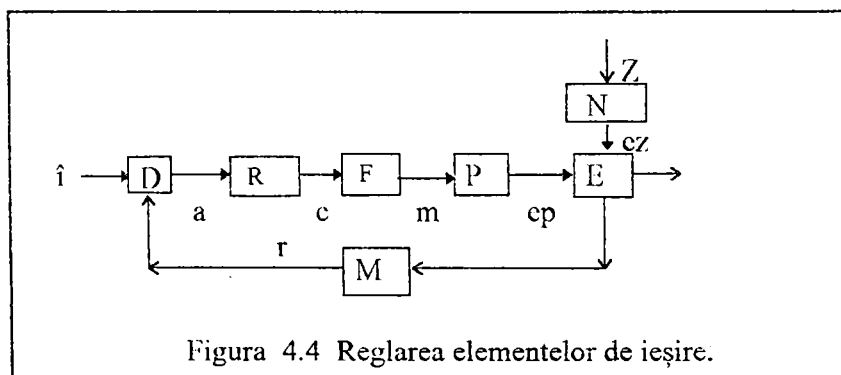
4.2 NOȚIUNI PRIVIND SISTEMELE AUTOMATE.

Sistemul automate este un ansamblu ce cuprinde procesul automatizat (P) și dispozitivul de automatizare (DA).[51] [59] [62].

Procesul automatizat este ansamblul transformărilor caracterizat prin mărimile măsurabile pentru care se realizează automatizarea.

Dispozitivul de automatizare cuprinde aparate, traductoare , legături cu procesul de automatizat , în scopul realizării operațiilor de măsurare , comandă și control al procesului.

Comanda este un ansamblu de operații ce se efectuează în circuit deschis și care stabilesc o dependență între mărimile de intrare și mărimile de ieșire dintr-un proces în funcție de o lege prestabilită. Această comandă poate fi manuală,automată,programabilă.



Reglarea este operația ce se efectuează în circuit închis și care are ca efect stabilirea unei dependențe după o lege prestabilită a mărimilor de ieșire în funcție de mărimile de intrare , sau are efect pt. reducerea influenței mărimilor perturbatoare asupra mărimilor din proces, figura 4.4 .

D= bloc de comparare între mărimea de intrare (I) și mărimea de reglare (r).

R=bloc regulator care va emite mărimea de comandă (c) în funcție de mărimea de acționare (a).

E= element de execuție.

P= proces automatizat.

M= element de măsurare.

N= element perturbator.

Mărimile de intrare, figura 4.5, pot fi de tipul:

Impuls (a)

Treaptă (b)

Rampă (c)

Parabolă (d)

Sinusoidă (e)

Exponențială (f)

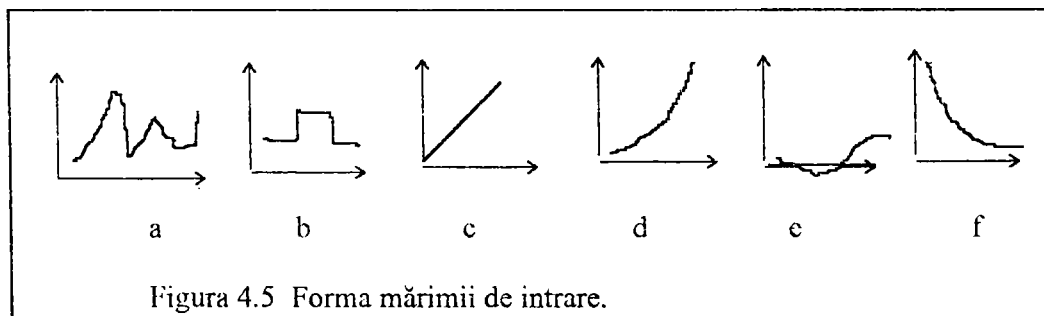


Figura 4.5 Forma mărimii de intrare.

Aceste mărimi pot fi aplicate asupra sistemului manual sau automatizat prin:

traductori

cartele perforate

bandă perforată

bandă magnetică
rază laser
undă electromagnetică.

Mărimi de ieșire.

Mărimile de ieșire pot fi de tipul:

deplasări liniare
deplasări de rotație
deplasări unghiulare ale unui mecanism
presiune
debit
nivelul unui fluid
tensiunea unui curent electric
intensitatea unui curent electric.

Performanțele sistemelor automate

Stabilitatea este dată de capacitatea sistemului de a reveni într-o situație de funcționare stabilă (staționară) , după ce semnalul de intrare programat sau perturbator a încetat să mai varieze [51] ,[62].

Precizia este caracterizată prin mai mulți indicatori.

a) Abaterca statică de poziție la intrarea programatoare treaptă.

$$\Delta e_i = e_r - e_t$$

e_r = ieșirea reală la treaptă

e_t = ieșirea teoretică la treaptă

b) Abaterca statică de poziție la intrarea perturbatoare treaptă.

$$\Delta e_z = e_r - e_t$$

c) Rigiditatea este capacitatea sistemului de a-și modifica ieșirea reglată la o perturbație în treaptă.

$$R = 1/\Delta e_z$$

d) Timpul de reglare (t_r) = timpul scurs de la aplicarea semnalului de intrare, până la momentul în care mărimea de ieșire atinge prima oară valoarea de staționare.

$$i = i_0 \times \sin(\omega t) \quad (4.1)$$

$$e = e_0 \times \sin(\omega t) \quad (4.2)$$

(4.1) exprimă rămânerea în urmă, ca amplitudine a ieșiri față de intrarea în funcție de frecvență.

(4.2) exprimă rămânerea în urmă ca timp a ieșiri față de de intrare în funcție de intrare.

4.3 PROGRAMAREA MAȘINILOR DE DEBITAT ÎN CORDONATE X Y

Pentru a se putea executa programarea unei mașini, este necesar să se pregătească un volum mare de date cu caracter tehnologic, geometric, auxiliar și indicarea raportului informațional.

Datele cu caracter geometric care cuprind cotele punctelor ce delimitează conturul de debitat, trebuie să fie livrate într-un anumit sistem de cotare.

4.3.1 SISTEME DE COTARE

Sistem de cotare absolut pentru precizarea deplasării din punctul A în punctul B, trebuie să fie declarate cotele punctelor A respectiv B față de un sistem de axe fixe O_x , O_y , O_z .

Sistem de cotare incremental pentru precizarea deplasării din punctul A în punctul B , se va preciza distanța pe direcția X ,distanța pe direcția Y, distanța pe direcția Z ,astfel
 $X=X_b-X_a$ $Y=Y_b-Y_a$ $Z=Z_b-Z_a$

Sisteme de scriere formală pentru un anumit echipament , se folosește un format cu cuvinte de adresă , astfel:

NO3 GO2 x,y,z L x 043 I, J, K 043

prima literă reprezintă adresa blocului funcțional

a doua literă indică sistemul de cotare L= absolut. D= incremental .

4.3.2 DATE TEHNOLOGICE

Datele cu caracter tehnologic au scopul să pregătească mașina de debitat și să urmărească în timpul execuției operarea cu scule, fluide programate.

Datele tehnologice privind turațiile , avansarea , coborîrea, viteza, presiunea pot fi programate prin adrese specifice urmate de un grup de cifre [51] , [62].

Astfel adresa T se folosește pentru programarea sculelor de prelucrare , indicând comanda selectării unei anumite scule, comanda de rotație a capului revolver, semnalizarea necesității de schimbare a sculei.

Adresa T este urmată de 2 sau 3 cifre permițînd alegerea a 99 sau 999 de scule. astfel

T05 reprezintă aducerea sculei cu numărul 5 și așezarea ei nerotită (0) sau rotită (1).

Adresa S se utilizează pentru programarea turației într-o secvență de prelucrare. S11= 30 rotații/minut S 91 =790 rot/min.

Adresa l' indică avansul de prelucrare. La programare , o mare atenție trebuie acordată selectării adreselor implementate pe echipamentul numeric in cauză.

4.3.3 INFORMAȚII AUXILIARE.

În afara informațiilor tehnologice ,geometrice , mai sunt necesare și alte informații grupate sub denumirea de informații auxiliare. Prin intermediul unei categorii de astfel de informații se codifică comenzi pentru oprirea sau pornirea fluidului de lucru , stabilirea sensului de parcurgere a conturului , fixarea modului de deplasare , tipul de interpolare folosit , diferite opriri etc.

4.3.4 CONCLUZII

Marca diversificare a mașinilor cu comandă numerică sau cu comandă semiautomată implică analiza unui grup foarte mare de mașini de debitat.

În capitolul (6) se vor prezenta diferite procedee de debitat cât și mașinile de debitat asociate procedeeului. Analiza fiecărui procedeu , cât și a tipului de mașină , permite determinarea parametrilor necesari debitării. Cunoașterea acestor parametri , cât și principiul de programare, automatizare a mașinilor , va permite o analiză corectă și o alegere judicioasă a metodelor de programare a mașinilor de debitat.

5. DEBITAREA PRIN TĂIERE TERMICĂ

5.1 TĂIEREA TERMICĂ

Tăierea termică are avantajul că este simplă, de productivitate mare și posibilitatea de a se adapta ușor la diferite forme ale pieselor de debitat. Procedeele tehnologice de tăiere termică [30] se clasifică funcție de sursa termică utilizată astfel :

- Reacția de oxidare a materialului și arderea gazului combustibil
- Arcul electric.
- Plasma.
- Raza laser.

Grosimea materialelor ce pot fi tăiate termic se situează în domeniul 1-1000 mm.

5.1.1 GAZE FOLOSITE LA TĂIERE

În procesul de tăiere termică oxigenul se folosește ca oxidant, iar ca gaz combustibil : acetilena, metanul, propan-butanul, hidrogenul.

5.1.1.1. GAZE PENTRU OXIDARE. OXIGENUL

Oxigenul are rolul de a întreține arderea gazului combustibil și de a oxida metalul supus procesului de tăiere. Oxigenul reprezintă 20,9% din atmosferă, 86% din hidrosferă și 50% din masa de silicați și carbonați din scoarța terestră

În condiții normale de 0,1 Mpa și 293 K oxigenul este în stare gazoasă iar la temperatura de 90,18 K presiunea de 0,1 Mpa se prezintă în stare lichidă. Oxigenul poate fi obținut prin mai multe procedee:

- Metoda chimică-reducere a compușilor oxigenați.

-Metoda electrochimică -electroliza apei.

-Metoda distilării fracționate a aerului în stare lichidă.

Metoda distilării fracționate, are avantajul unui consum mic de energie fiind 1,4-2 Mj/mc de oxigen, cea mai utilizată metodă industrială.

Oxigenul produs pe cale industrială, în funcție de puritatea obținută, se împarte în clasele: A,B,C cu puritatea >de 99%, D cu puritatea > de 98%, E cu puritatea > de 97% conform STAS 2031-77.

Oxigenul obținut prin diferite procedee poate fi transportat în stare lichidă sau gazoasă.

Oxigenul lichid se transportă cu ajutorul cisternelor izolate termic, având capacitatea de 1-7,5 mc dacă sunt auto și de 30-40 mc dacă sunt de tip CFR.

Oxigenul în stare gazoasă este înmagazinat în buteli la o presiune de 15Mpa 150 at și temperatura de 293,15K 20 C. Capacitatea acestor buteli fiind cuprinsă între 0,4-50 dcm, iar cea mai răspândită fiind cea de 40 dcm.

Volumul de oxigen obținut la presiune normală este dat de relația (5.1).

$$V_o = VP(T_o) / (P_o T) \quad (5.1)$$

V_o = volumul de oxigen la $T=293,15K$ și $P_o=0,1Mpa$.

V =volumul buteliei.

P =presiunea gazului în butelie.

P_o =presiunea atmosferică=0,1Mpa.

T_o =temperatura la care se face exploatarea gazului.

T =temperatura gazului din butelie.

La procesul tăierii termice oxigenul trebuie să fie de puritate ridicată , astfel consumul de gaze se reduce , iar productivitatea tăierii crește.

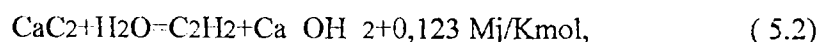
Se recomandă ca oxigenul să aibă o puritate de 99 % , deoarece pentru o puritate de 94 % consumul de oxigen crește cu 60% .

5.1.1.2 GAZE COMBUSTIBILE

Gazele combustibile folosite la tăierea termică sunt : acetilena C_2H_2 cu temperatura de ardere $T_a=3420-3573K$, metanul CH_4 cu $T_a=2270-2470K$, propan +butan 85% C_3H_8 +12% C_4H_{10} +3% C_2H_6 $T_a=2870-3170K$, hidrogenul H_2 $T_a=2370-2420K$.

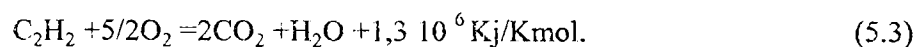
5.1.1.3 ACETILENA

Acetilena este o hidrocarbură nesaturată avînd temperatura de lichiefiere la 189,4K și temperatura de solidificare la 191,2K. Amestecul acetilenă-aer explodează dacă acetilena este în limitele 3-65% din volumul de amestec. Datorită pericolului de explozie se impun prescripții în manipularca acetilenei. Acetilena se obține prin reacția dintre carbura de calciu (carbit) CaC_2 și apă .



Astfel pentru descompunerea unui Kg de carbură de calciu este necesar 0,52 Kg apă și rezultă 0,409 Kg acetilenă=0,372mc acetilenă iar , cantitatea de căldură degajată =1,986Mj. Acetilena se mai poate obține prin cracarea gazului metan.

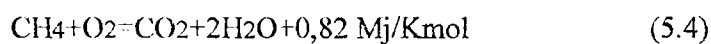
Acetilena se înmagazinează în rezervoare tampon la presiune mai mică de 0,15Mpa sau se poate distribui direct de la generatorul de acetilenă. În cazuri particulare acetilena poate fi transportată și înmagazinată în buteli, dar în acest caz amestecul din butelie este 4 mc acetilenă, 12 kg acetona ca dizolvant pt. acetilenă și 18-21 kg masă porșasă . Presiunea , în acest caz , din interiorul buteliei este de 1,5-1,7 Mpa 15-17 at . Arderea acetilenei are loc după reacția;



Căldura degajată este rezultatul disocierii exoterme a acetilenei și căldura dezvoltată la arderea carbonului și hidrogenului din disociere.

5.1.1.4 METANUL

Metanul se află în gazele naturale și este un gaz incolor, cu miros specific. Amestecul aer-metan este exploziv când metanul este prezent în limitele 6-15% din volumul de amestec. Reacția de ardere completă este:



Metanul se depozitează în butelii la o presiune de 15 Mpa sau se livrează prin conducte la presiunea de lucru. Calitatea tăierii obținută prin folosirea unei flăcări oxii-metan este superioară celei obținute cu flacără oxii-acetilenă . Prețul scăzut al metanului în raport cu

alte gaze combustibile , îl recomandă la folosirea pe scară largă în procesul tăierii termice.

5.1.1.5 PROPANUL

Propanul se extraje din depozite de țiței (gaze asociate țițeiului) și în gaze de zăcământ propriu. Propanul se lichefiază la 0.78 Mpa și temperatura de 283,15K , 10 C, astfel poate fi ușor înbuteliat în butelii cu pereți subțiri.

5.1.1.6. BUTANUL.

Butanul se extrage din aceleași depozite ca și propanul.

La temperatura de 283,15 K și o presiune de 0,15 Mpa. lichefiază fiind ușor de transportat în buteli. Calitatea tăieturii obținute la tăierea oxo-propan sau oxo-butan este acceptabilă , viteza de tăiere este cu 6%-8% mai redusă decât la folosirea oxo-acetilenă.

5.1.1.7. HIDROGENUL

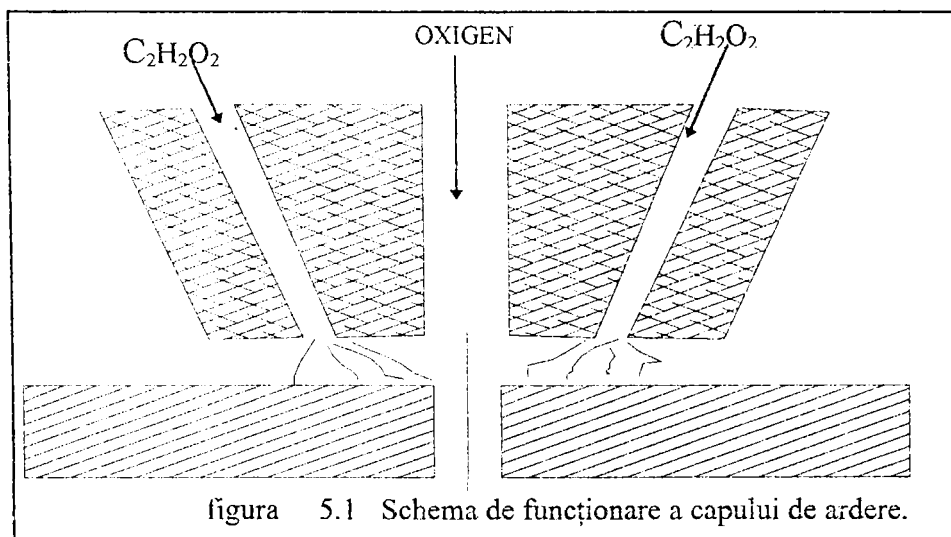
Hidrogenul se obține în majoritatea cazurilor prin electroliza apei.

La temperatura de 293,15K și presiunea de 0,1 Mpa se prezintă în stare de gaz incolor, inodor, nctoxic. El poate fi înbuteliat în buteli la 15 Mpa sau poate fi transportat direct de la fabrica de hidrogen prin conducte. Viteza mare de ardere în oxigen și a flăcării lungi ,face ca hidrogenul să se folosească la tăierea grosimilor mari . Consumul energetic mare pentru obținerea hidrogenului cât și faptului că amestecul aer -hidrogen este exploziv, implică folosirea lui numai în situații speciale.

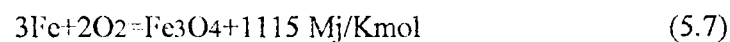
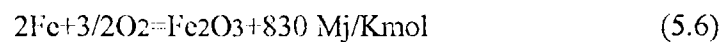
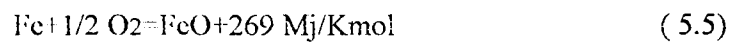
TĂIEREA OXIGAZ

Tăierea cu oxigaz se bazează pe formarea rosturilor de tăiere prin oxidarea fierului și eliminarea oxizilor formați de către jetul de oxigen.

Sursa termică în cazul acestui procedeu este atât oxidarea fierului, cât și arderea unui gaz combustibil în oxigen. În figura 5.1 se prezintă schematic funcționarea capului de ardere a combustibilului.



În urma reacției de oxidare a fierului (5.5, ...,5.7) [] se asigură 2/3 din cantitatea de căldură necesară procesului de tăiere, iar restul de 1/3 se asigură prin intermediul flăcări de tăiere.



Începerea procesului de tăiere se realizează prin preîncălzirea metalului la temperatura de oxidare. Această temperatură în cazul oțelului depinde și de cantitatea de carbon C astfel:

0%C T=1323 K

0,7%C T=1573 K

2,2%C T=1673 K

Încălzirea marginilor pieselor la tăiere influențează structura, proprietățile mecanice și compoziția chimică în zona tăieri. Zona de influență termică se extinde pe 0,3-3,5 mm pentru grosimi ale tablei de debitat sub 50 mm. La oțeluri cu conținut scăzut de carbon structurile obținute în zona de tăiere sunt structuri de echilibru. La oțeluri slab aliate sau cu un conținut de carbon ridicat structurile din zona de influență termică sunt structuri în afară de echilibru ce produc microfisuri, sau fisuri.

Duritatea suprafeței tăieturii poate crește cu 30%, iar rezistența la rupere crește cu 2-8%.

Suprafețele obținute prin tăiere termică oxigaz sunt netede, și nu necesită prelucrări ulterioare. Defectele tăieturii oxigaz ale metalelor fac obiectul STAS 10354-81.

Defectele tăieturilor se pot clasifica după locul apariției și tipul lor astfel:

- defecte ale muchilor tăieturii
- defecte ale suprafeței tăieturii
- depuneri de zgură
- fisuri
- arsuri ale suprafeței de tăiere.

Pentru tăierea termică oxigaz se recomandă amestecul de gaze oxigen -metan datorită prețului scăzut și a suprafeței bune obținută în urma tăieri.

6. UTILAJE PENTRU TĂIERE

6.1 UTILAJE PENTRU TĂIEREA MANUALĂ

Arzătorul folosit la tăierea manuală, figura 6.1.1, este asemănător celui folosit la sudarea cu flacără.

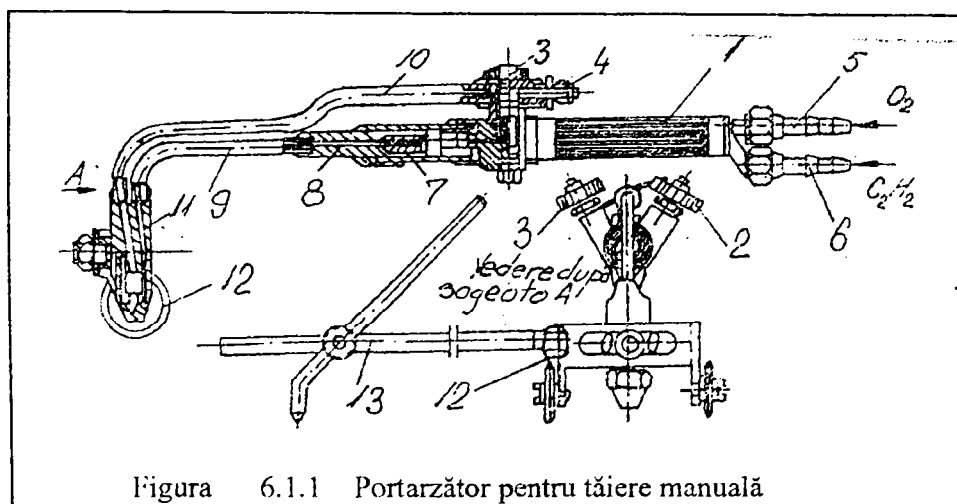


Figura 6.1.1 Portarzător pentru tăiere manuală

Portarzătorul pentru tăiere are în plus un robinet pentru oxigenul de tăiere (4) iar la arzătorul propriu-zis apar : conducta de legătură (10) pentru oxigenul de tăiere, diuza (11) ,căruciorul (12) , (ce servește la păstrarea constantă a distanței dintre diuză și materialul de tăiere) și tija compas (13) . Arzătorul pentru tăierea manuală oxigaz intră în componența trusei de sudare -tăiere.

Caracteristicile arzătorului pentru tăiere manuală cu oxigaz este prezentat în tabelul 6.1 [30],[32].

Caracteristicile arzătorului pentru tăiere manuală

Tabelul 6.1

Grosimea materialului de tăiat [mm]	5-25	25-50	50-100	100-200	200-300
Nr.diuză flacără de preîncălzire	1	1	1	2	2
Diametrul găurii [mm]	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5
Nr.diuză oxigen tăiere	1	2	3	4	5
Diametrul găurii [mm]	1,3	1,7	2,0	2,8	3,4
Presiunea oxigenului [daN/cm ²]	2-4	4-6	6-8	8-10	12-15

6.2 UTILAJE PENTRU TĂIEREA MECANIZATĂ

Tăierea cu oxigen mecanizată se efectuează în atelierele sau secțiile de debitare ale întreprinderilor producătoare de structuri sudate .

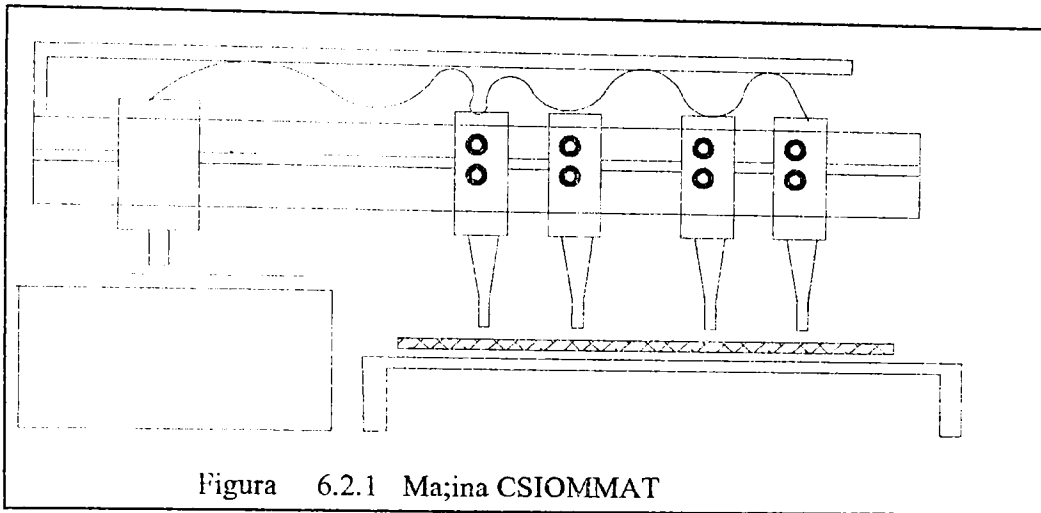
Pentru aceasta se folosesc mașini de tăiat debitat cu oxigaz la care deplasarea arzătoarelor se face mecanizat. Realizarea liniei de tăiere , respectiv urmărirea conturului piesei de tăiat se poate face magnetic, optic, mecanic ; după șablon , sau prin comandă numerică. În țară se fabrică mașinile de tăiat cu oxigaz automate :

- CSIOMATT,
- MATTOR,
- MATT-A,
- TS-10.

6.2.1 MAȘINA CSIOMMAT.

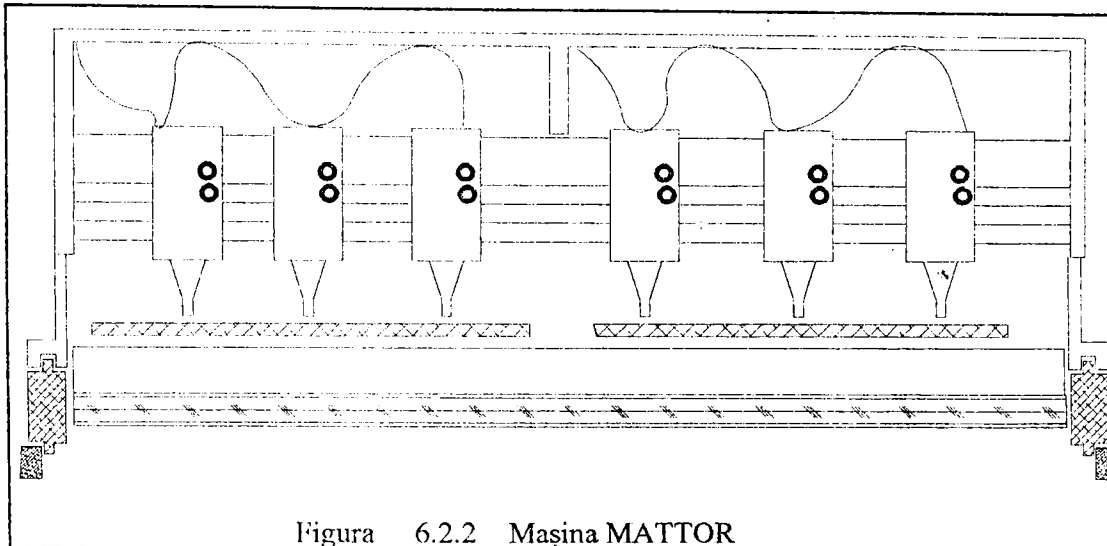
Mașina CSIOMMAT este o mașină de tăiere automată prin copiere, figura 6.2.1, care se fabrică în două variante: CSIOMMAT-1 cu cap de urmărire magnetic și CSIOMMAT-2 cu cap de urmărire optic. Mașina permite o lățime de tăiere de maxim 3000 mm, lungimea de tăiere fiind adaptată după necesități.

Este prevăzută cu un număr de 4 brenere, gazul combustibil fiind metanul sau acetilena.



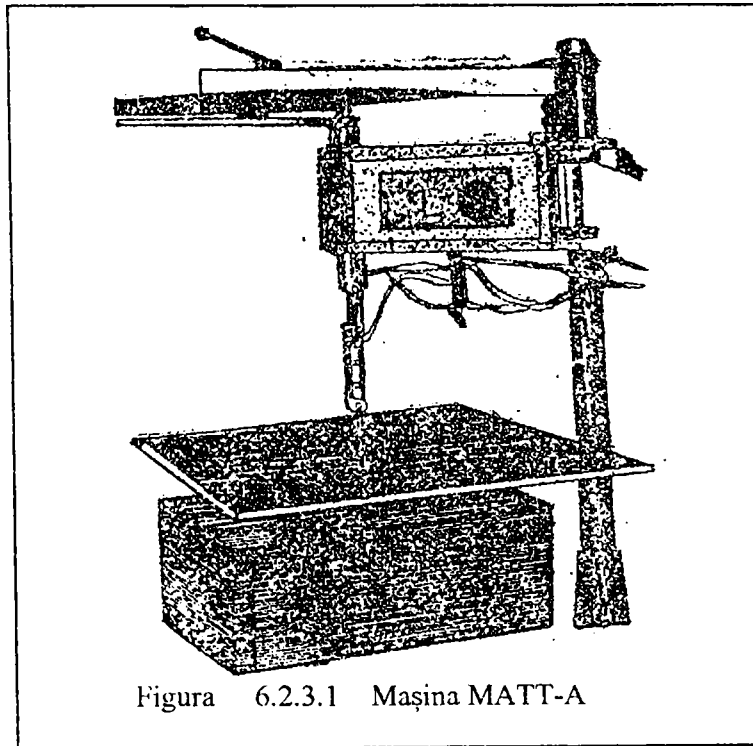
6.2.2 MAȘINA MATTOR

Mașina MATTOR este o mașină automată de tăiere termică cu urmărire optică, la scară redusă de 1:1 sau 1:10, figura 6.2.2. Este acționată în cordoane putând executa debitarea cu gabaritul de 1500x500 mm pentru scara 1:1 sau 1500x3000 mm pentru scara 1:10. Este echipată cu 6 brenere de tăiere, iar gazul combustibil poate fi acetilena sau metanul. Poate menține constantă distanța dintre diuza de tăiere și material și execută tăierea înclinată pentru rosturi în V, X, K.



6.2.3 MAȘINA MATT-A

Mașina MATT-A este o mașină automată de debitare termică cu braț articulat figura 6.2.3.1 ,ce realizează conducerea brenerelor cu cap magnetic sau poate conduce procesul de tăiere cu rolă de antrenare,condusă circular cu compas sau manual după trasaj.



Realizează o viteză de tăiere în limita 75-750 mm/min., dimensiunile maxime ale piesei de tăiat 200x1000 mm. Este echipată cu un singur brener de tăiere.

Mașinile prezentate anterior sunt echipate cu arzătoare de tipul ATCG, figura 6.2.3.2, de tip "joasă presiune" destinat tăierii cu oxigen a tablelor de oțel, cu grosimea 3-300 mm și conținutul de carbon sub 0,25%.

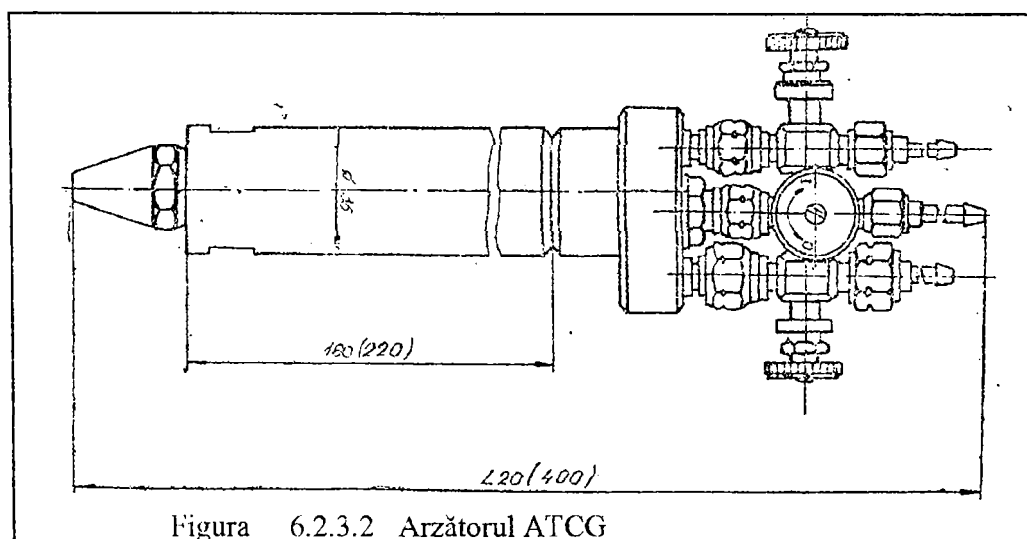


Figura 6.2.3.2 Arzătorul ATCG

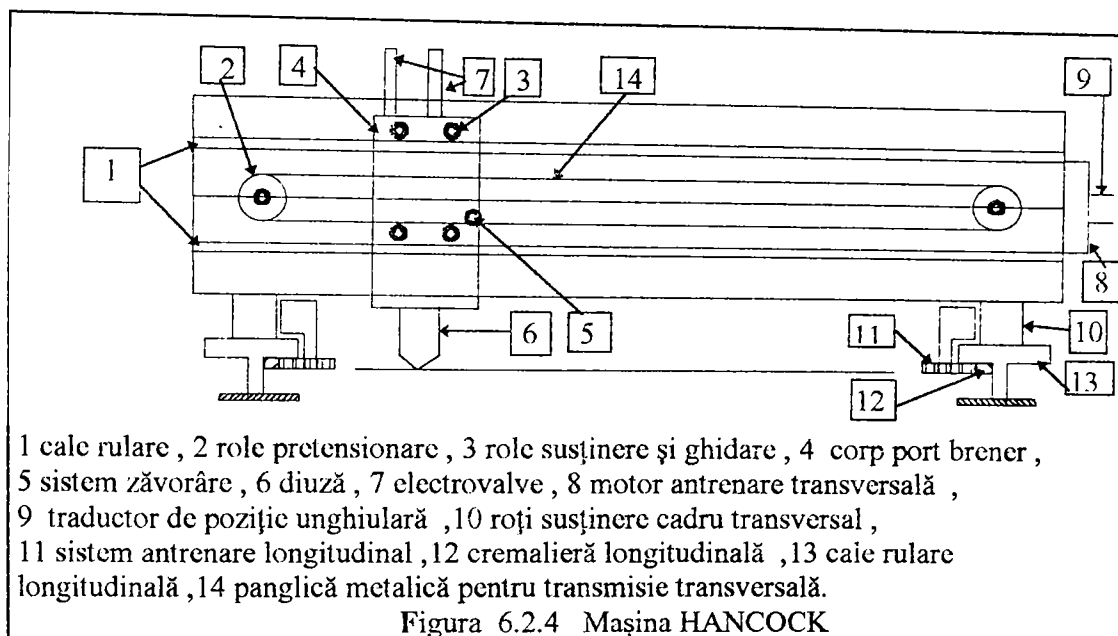
Arzătorul ATCG se compune din corp cu injector și cameră de amestec, conducte de legătură, diuze, robinete și racorduri. Se fabrică în două variante ATCG A pentru gaz combustibil de tip acetilenă și ATCG M pentru gaz combustibil metan, cu debite de oxigen până la 30 Nm³/h, la o presiune de 6,5 bar, respectiv 1 Nm³/h pentru acetilenă și 0,6 Nm³/h pentru metan. Presiunile de lucru pentru acetilenă 0,01 bar și 0,2 bar pentru metan.

6.2.4 MAȘINA HANCOCK.

Mașina HANCOCK este o mașină automată, în cordoane X, Y cu oxigen -metan [81]. Mașina figura 6.2.4 este compusă dintr-un cadru transversal, ce are posibilitatea

să se deplaseze longitudinal prin intermediul roților de susținere (10) și a două roți dințate de antrenare (11) pe 2 cremalieri solidare cu calea de rulare (12), (10).

Pe cadrul transversal sunt montate 2 sau 4 breneri, care se pot deplasa transversal prin intermediul unei panglici de oțel. Fiecare brener este prevăzut cu 2 elemente de zăvorâre, față de cele 2 trasee ale panglicii metalice, având posibilitatea de a se debita 2 piese oglindite una față de alta după o axă longitudinală. Unul din breneri este prevăzut și cu sistem de chirnerit șablonare.



Caracteristici tehnice.

Lungimea de lucru : 12000 mm

Lățimea de lucru : 6000 mm

Număr de breneri : 2-4

Număr capete pentru șablonare : 1

Viteza de tăiere: I 0-100 mm/min. II 0-600 mm/min.

Transmisie longitudinală cremalieră .

Transmisie transversală panglică metalică.

Suport informații : bandă perforată

Fluide de lucru : oxigen +gaz metan.

Tensiune alimentare : 380 V 50 Hz.

Facilități de pe tabloul de comandă.

Poziționarea originii sistemului de axe X, Y.

Comandă de deplasare înainte , înapoi, stânga , dreapta.

Ridicarea- coborârea brencilor.

Cuplarea-decuplarea transmisiei longitudinale.

Reglarea timpului de preîncălzire în funcție de grosimea tablei.

Pornire-oprire preîncălzire.

Pornire-oprire oxigen tăiere.

Pornirea- oprirea programului de la calculator cu semnalizarea validării comenzi.

Fixarea vitezei de tăiere în funcție de grosimea tablei ce urmează a fi debitată.

Oprirea automată la atingerea senzorului de pe cadrul transversal sau în cazul unei greșeli , ori în cazul unui accident. Mașina de debitat HANCOCK este prevăzută cu un calculator electronic care permite introducerea datelor necesare programului și în același timp permite vizualizarea conturului piesei prin intermediul unui ploter.

Vizualizarea piesei se efectuează prin plotarea pe hârtie la o anumită scară la ploterul situat lângă calculator. Datele ce trebuie introduse în program sunt de două tipuri: date tehnologice , date geometrice.

Date geometrice :

Cordonatele X Y , semn , raza cercului , sens parcurgere cerc , schimbare axe între ele X cu Y .

Date tehnologice :

Stop program, deplasare rapidă conectată - deconectată, execuție tăiere , punctare conectat - deconectat , întrerupere temporară.

6.2.4.1 ELEMENTE ALE CODURILOR MAȘINII HANCOCH

0	stop program
5	mers rapid conectat
6	mers rapid deconectat
7	tăiere conectat
8	tăiere deconectat
9	marcare conectat punctare
10	marcare deconectat
11	decalare marcare conectat
12	decalare marcare deconectat
13	arzător înclinat stânga conectat
14	arzător înclinat stânga deconectat
15	arzător înclinat dreapta conectat
16	arzător înclinat dreapta deconectat
17	încetinire la colțuri conectat
18	încetinire la colțuri deconectat
20	lucru în două axe

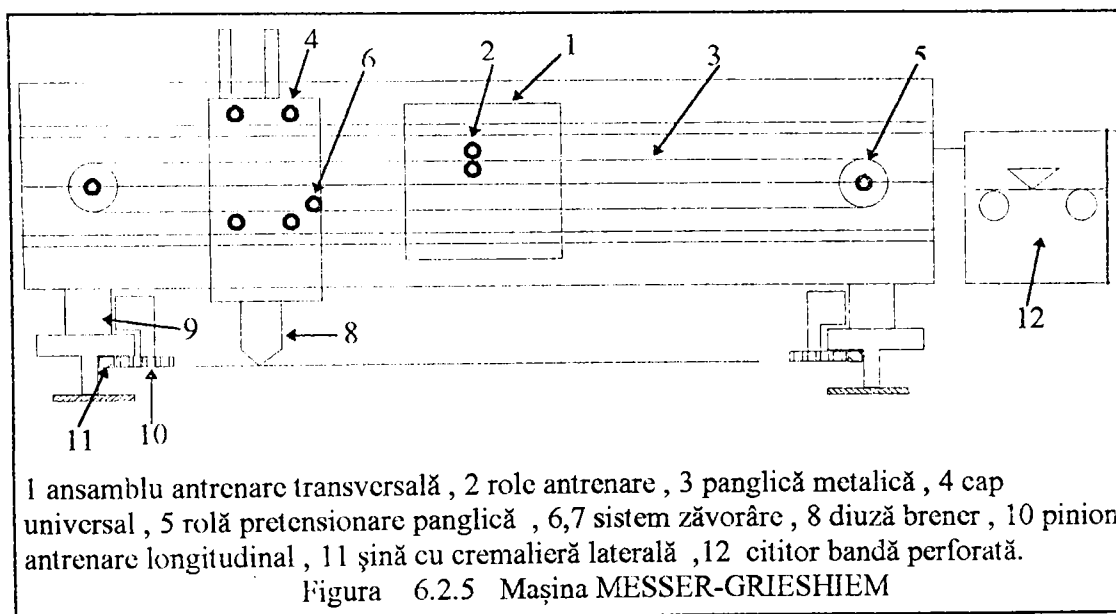
- 21 oglindire deconectat
- 22 oglindire față de axa Y conectat
- 24 oglindire față de axa X
- 25 oglindire + schimbare X și Y
- 26 oglindire + schimbare
- 27 schimbare
- 28 oglindire + schimbare
- 29 compensare lățime de tăiere stânga conectat
- 30 compensare lățime de tăiere dreapta conectat
- 31 compensare de partea portalului
- 32 compensare de partea brațului
- 33 pereche cap 1
- 34 pereche cap 2
- 35 cărucior purtat 1
- 36 cărucior purtat 2
- 38 compensare stânga dreapta deconectat
- 41 întrerupere temporară

6.2.5 MAȘINA MESSER-GRIESHIEM.

Această mașină este prevăzută cu calculatorul GENERAL AUTOMATIC care preia informațiile necesare de pe bandă perforată. Mașina, figura 6.2.5, este compusă dintr-un cadru transversal (1) pe care sunt montate mai multe brenere cu diferite destinații (4). Acest cadru transversal se deplasează pe o cale de rulare formată din 2

șine cu 2 cremaliere (10) (11) pentru poziționarea exactă fără alunecări a cadrului transversal.

Pe cadrul transversal sunt situate 2 breneri pentru tăierea verticală , un cap universal , cu un brener pentru tăierea verticală sau la un unghi impus prin program ,un cap pentru șablonare. Deplasarea capului universal sau brenerelor se face prin intermediul unei benzi de oțel (3) cu dublu sens , cea ce permite ca brenerile să execute și tăierea în oglindă a pieselor.



Caracteristici tehnice .

Lungimea de lucru : 30000 mm

Lățimea de lucru : 4500 mm

Număr breneri tăiere : 2

Număr capete universale : 1

Viteză de tăiere în 3 trepte 0-1200 mm/min.

Transmisie longitudinală : cremalieră .

Transmisie transversală : bandă oțel .

Suport informații : bandă perforată .

Fluide de lucru :oxigen 4-8 bari gaz metan 0,5-1 bari.

Tensiune alimentare 360 V 50 Hz.

Facilități de pe tabloul de comandă :

Coborârea-urcarea brenerilor

Aprinderea amestecului oxigen gaz prin scînteie electrică.

Aducerea la zero punct pornire.

Deplasarea rapidă longitudinal transversal.

Comandă viteză de tăiere.

Comandă de șablonare.

Reglare timp de preîncălzire.

Alegerea fantei de tăiere în funcție de grosimea tablei de debitat.

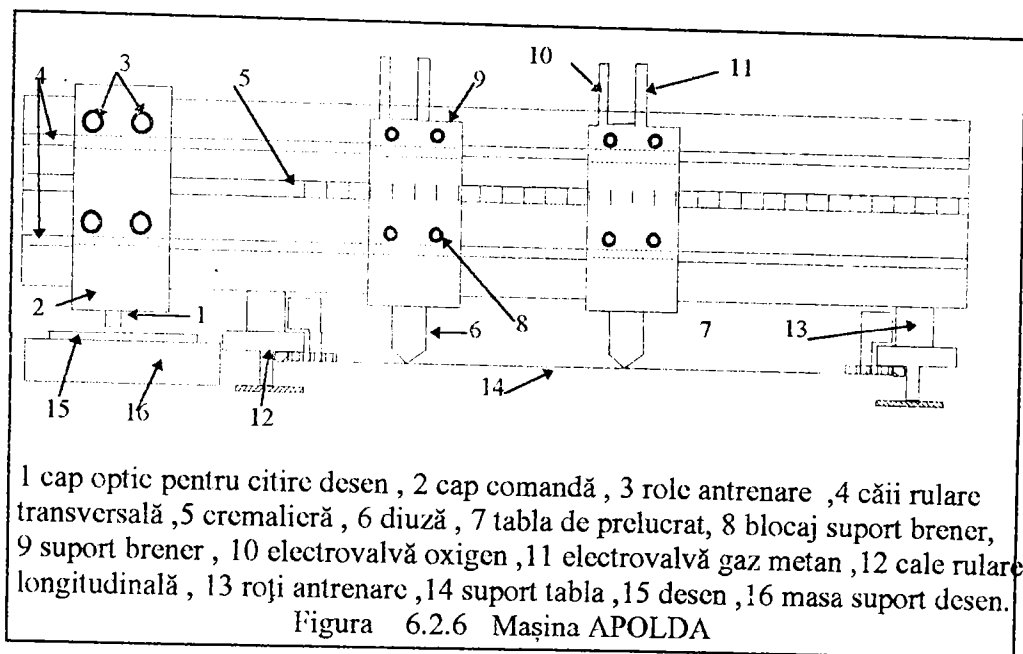
Prin program transmis pe bandă perforată calculatorul comandă deplasarea brenerilor pentru a executa tăierea într-un singur sens de parcurgere a traseului , menținînd constantă distanța dintre breneri și tabla de debitat.

6.2.6 MAȘINA APOLDA

Mașina de debitat în cordonate X Y de tip APOLDA , figura 6.2.6 , se compune dintr-un cadru transversal (4) ce se poate deplasa longitudinal pe o cale de rulare (12) prevăzută cu 2 șine de ghidare .

Pe cadru transversal (4) se deplasează odată cu capul optic de citire (1) 4 breneri de tăiere. Fiecare brener poate fi poziționat manual la o anumită distanță față de capul de citire optică și, respectiv, față de tabla de tăiere.

Pentru a se urmări traseul de debitare este necesar ca acesta să fie desenat pe carton la scara 1:1.



Caracteristici tehnice.

Lungimea de lucru : 12000 mm.

Lățimea de lucru : 3000 mm.

Număr breneri : 4

Viteza de tăiere : 10-3000 mm/min.

Treapta I : 10-550 mm/min.

Treapta II : 50-3000 mm/min.

Transmisia longitudinală prin frecare pe șină.

Transmisie transversală cremalieră.

Suport informații desen cu tuș cu lățimea liniei de 2 mm pe hârtie carton la scara 1:1.

Fluide de lucru : oxigen 5-8 bari și gaz metan 1 bari.

Tensiune alimentare : 380 V 50 Hz

Sens de parcurgere a traseului unic.

Distribuția fluidelor de lucru se face prin electrovalve.

6.2.7 MAȘINA KONGSBERG-M.I.N.C.

Mașina se compune dintr-un cadru transversal pe care se poate deplasa branerele de tăiere [86]. Cadru transversal se deplasează longitudinal prin intermediul roților dințate și a unei cremaliere. Operația de poziționare a brencilor în procesul de tăiere se face prin intermediul calculatorului .

Citirea datelor se efectuează prin intermediul benzi perforate.

Caracteristici tehnice:

Lungimea de lucru : 12000 mm .

Lățimea de lucru : 6000 mm .

Număr maxim de brenci : 4 .

Viteza de tăiere în 2 trepte .

Treapta I : 0-100 mm/min.

Treapta II : 100-1300 mm/min.

Transmisie longitudinală : cremaliere.

Transmisie transversală : panglică metalică.

Suport informații : bandă perforată.

Fluide de lucru : oxigen și acetilenă.

Elemente de comandă pt. fluide : electrovalve.

Tensiune de lucru : 380 V 50 Hz.

Facilități de pe tabloul de comandă:

Poziționarea originii axelor X Y .

Poziționarea înălțimii brencilor față de tablă.

Închiderea deschiderea fluidelor de lucru.

Pornirea-oprirea programului.

Alegerea vitezei de tăiere.

6.2.8 MAȘINA LOGATOM .

Mașina se compune dintr-un cadru transversal pe care sunt poziționate 2-4 brenci , inclusiv capul de citire optică a desenului.

Cadrul transversal se deplasează în sens longitudinal prin intermediul unei transmisii de tip roată dințată + cremalieră.

Operația de poziționare a brencilor se face prin intermediul unui motor electric - reductor -bandă metalică-traductor.

Poziția brencilor este redusă de 10 sau 20 ori pentru a fi comparată cu poziția capului de citire optică a desenului .

Acest desen este realizat de calculatorul mașinii prin intermediul ploterului încorporat în calculator.

Pentru a nu apare erori între conturul teoretic și conturul realizat , este necesar ca desenul să fie realizat pe un suport cu stabilitate termică și higroscopică bună.

Caracteristici tehnice:

Lungimea de lucru : 12000 mm .

Lățimea de lucru : 6000 mm .

Număr breneri : 2-4 .

Viteză de tăiere :

Treapta I : 0-600 mm/min.

Treapta II : 100-1300 mm/min.

Transmisie longitudinală : cremalieră .

Transmisie transversală : bandă metalică .

Suport informații : desen scara 1:10 sau 1:20 , bandă perforată când se lucrează cu calculatorul.

Fluide de lucru : oxigen și acetilenă .

Tensiune alimentare : 380 V 50 Hz

Facilități de pe tabloul de comandă :

Pozitionarea punctului de pornire a tăierii.

Poziționarea capului de citire pe stânga sau dreapta liniei de desen -contur .

Alegera sensului de parcurgere a conturului.

Revenirea pe contur.

Testarea citirii desenului cu precizia de execuție a tăierii de +/-1mm.

Comanda de închidere-deschidere a fluidului de lucru.

Comanda de închidere-deschidere a fluidului de suflare.

Comanda de deplasare a brenerilor pe direcțiile X , Y.

Comanda de ridicare coborâre a brenerilor față de piesa de prelucrat.

Avertizarea optică și sonoră a desincronizării între capul de citire și poziția brenerelor.

6.2.9 MAȘINA DE DEBITAT CU LASER

Debitarea cu ajutorul laserului se deosebește de metodele cu flacără oxigaz , deoarece tăierea este foarte îngustă , respectiv zona de influență termică este foarte redusă.

Prin debitare cu fascicol laser se obțin piese debitate cu precizie mărită și nu apar reacții chimice secundare.

Metoda de debitare cu ajutorul laserului se bazează pe efectul termic al radiației luminoase de înaltă energie.

Temperatura dată de relația (6.2.9) obținută în zona de contact dintre fascicolul laser și piesă depinde de viteza de deplasare dintre fascicol și piesă și de coeficientul de difuzie termică .

$$T = (g a/k) (1 - U_0 a) / 4K + T_i \quad (6.2.9)$$

T = temperatura obținută în zona de contact rază -piesă.

a = raza fascicolului laser.

K = coeficient de difuzie termică .

T_i = temperatura inițială a piesei.

g = fluxul luminos absorbit.

U_0 =viteza de deplasare dintre fascicol și picșă.

Temperatura de pe suprafața piesei depinde și de grosimea piesei t :

$$T = g \cdot a / (2Kt) + 4k / (CaU_0) \quad (6.2.9.1)$$

$C=577$ constanta lui Euler.

Pentru a se mări viteza de tăiere și pentru îndepărtarea materialului topit din zonă se poate aduce în zonă oxigen sau alt gaz sub presiune.

Acest fluid realizează și răcirea zonei de influență termică.

STRUCTURA MAȘINEI DE DEBITAT CU LASER

Mașina de debitat cu laser se bazează pe folosirea unui laser solid ,de tip cristal de rubin., sau folosirea unui laser cu gaz

Realizarea de energie înaltă se bazează pe fenomenul de emisie stimulată.

Într-un laser cu rubin ,bagheta de rubin este poziționată pe axa unei cavități cilindrice de tipul Perot-Fabry terminată cu două oglinzi convergente.

Una din aceste oglinzi este semitransparentă permițînd razei luminoase să o poată penetra.

Pentru generarea razei laser se produce în bagheta de rubin o pompă optică , ce va da naștere la unde luminoase staționare care la un interval de timp penetrează prin oglinda semitransparentă Aceste unde produc în afara rubinului o undă luminoasă cu o energie de 10^6 W/cm^2 ,sau a unor impulsuri de lumină cu o energie de $15 \cdot 10^6 \text{ W}$ în timp de $5 \cdot 10^{-8} \text{ s}$.

Laserele cu gaze CO_2 au ca mediu activ un amestec de gaze $\text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{He}$.

Gazul CO_2 în proporție de 6% constituie substanța activă, N_2 în proporție de 10% amplifică excitarea moleculelor de CO_2 , iar He în proporție de 84% contribuie la răcirea mediului activ.

Laserele cu gaz pe bază de CO_2 au o putere de maxim 20 Kw, iar laserele cu cristal solid au o putere maximă de 1 Kw.

Laserele cu gaz sunt folosite cele mai des în debitarea pieselor, iar pentru debitarea pieselor fine se folosesc laserele cu cristal solid.

În figura 6.2.9.1 este prezentată schema de principiu a unui laser cu element activ cristal de rubin..

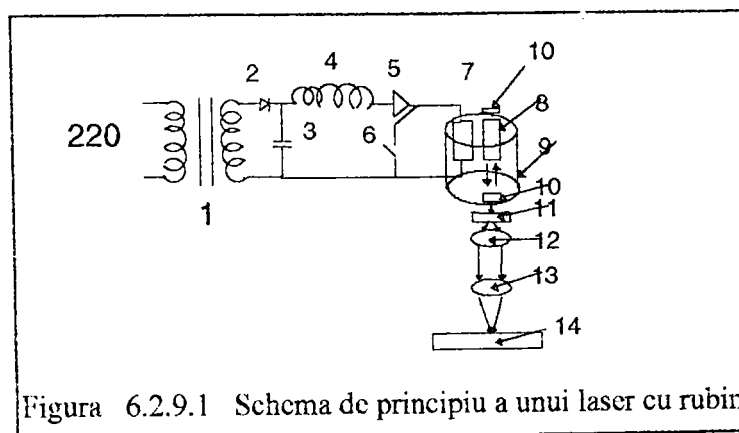


Figura 6.2.9.1 Schema de principiu a unui laser cu rubin.

Tensiunea primită de la un sistem de alimentare de 220 V este ridicată la o valoare de 5-30 kV prin intermediul transformatorului (1) și apoi este redresată de dioda (2) ce va încălca condensatorii electrice (3).

În momentul declanșării lămpii de pompă (7) prin intermediul tiristorului (5), energia înmagazinată în condensatorii electrice este transformată în energie luminoasă.

Această energie este concentrată cu un randament de 70% pe bagheta de rubin (8) prin intermediul reflectorului (9). În interiorul cavității Perot-Fabry are loc emisia stimulată a radiației fotonice ce va penetra prin oglinda semitransparentă (10).

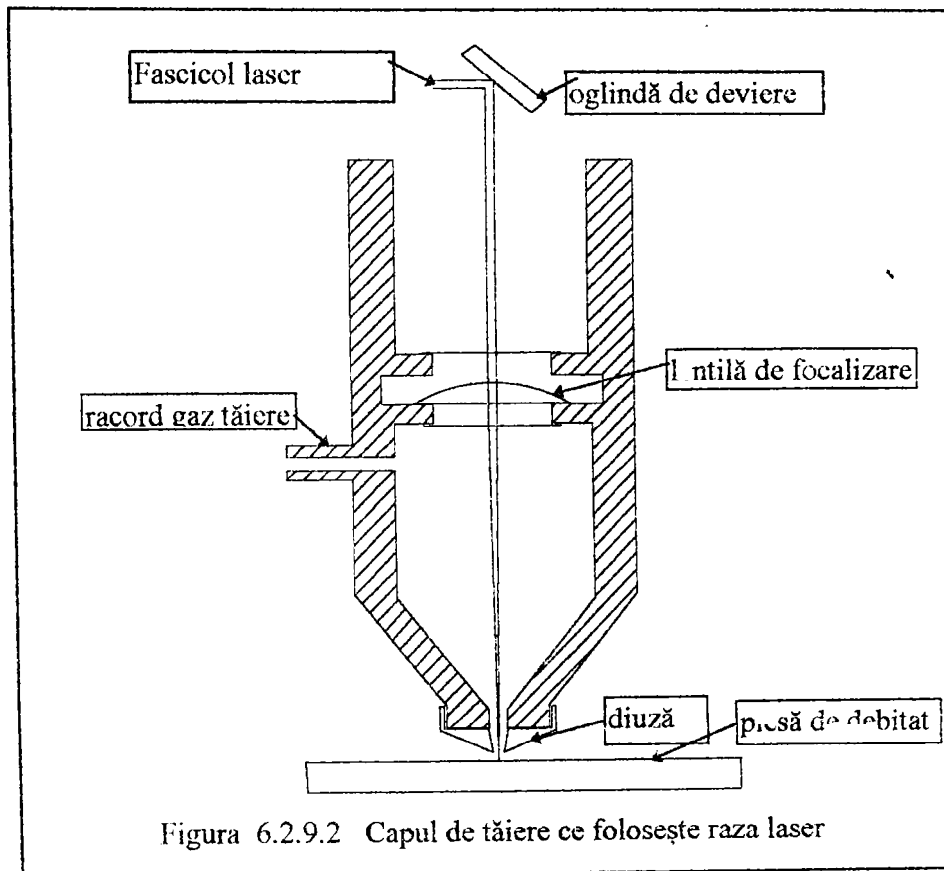
În sistemul optic de focalizare format de lentilele (11),(12),(13) se realizează o reducere a diametrului razei laser pentru a mări puterea pe unitatea de suprafață.

Cantitatea de căldură emisă de lampa de pompare este între 1000-5000 jouli ce produce încălzirea rapidă a rubinului, o scădere a pompajului fonic.

Pentru a menține funcționarea în regim staționar este necesar să se răcească rubinul cu un jet de aer pulsant, creind o temperatură de 20-160. Sistemul de răcire este prevăzut cu un circuit refrigerator cu două trepte.

CAPUL DE TĂIERE

Capul de tăiere asigură accesul gazului de tăiere și focalizarea fascicolului laser pe piesă. Capul de tăiere, figura (6.2.9.2), este compus din: sistem lentile de focalizare cu posibilitatea de deplasare axială pt. realizarea focalizării pe piesa de debitat, diuza capului de tăiere de forme diferite ce permite controlul presiunii gazului de tăiere cât și eliminarea efectului lenticular al gazului asupra fascicolului laser, camera de presiune stabilă situată între sistemul de focalizare și diuză, care asigură coaxialitatea dintre fascicolul laser și gazul de tăiere, racordul pentru gazul de tăiere. Capul de tăiere trebuie să asigure: stabilitate mecanică, corectarea fascicolului laser și a jetului gazului de tăiere, dirijarea gazului de tăiere în regim laminar coaxial cu raza laser, reglarea focalizării razei laser se face atât prin deplasarea axială a sistemului de lentile cât și deplasarea ajutorului față de piesă.



Debitarea cu fascicol laser se poate realiza folosind următoarele sisteme de poziționare: sistem de poziționare cu masă mobilă pe două axe X Y, sistem de orientare cu onglizi deplasabile, sisteme hibride, roboți cu mai multe axe. Alegerea sistemului de poziționare se face funcție de mărimea pieselor de debitat, de puterea laserului, de precizia de debitare, de sistemul de axe după care se debitează.

6.3 DEBITAREA PRIN ERODARE CU ULTRASUNETE

Debitarea prin erodare cu ultrasunete constă în îndepărtarea unui strat de material dintr-un obiect supus acțiunii unor particule abrazive în suspensie. Prelucrarea materialelor foarte dure și fragile se poate face prin erodarea cu ultrasunete [50]. În funcție de cinematica de generare a suprafeței s-au impus două metode de prelucrare:

- prelucrare cu suspensie abrazivă;
- prelucrare fără suspensie abrazivă.

La procedeul de prelucrare cu suspensie abrazivă, între suprafața de prelucrat a piesei și suprafața activă a sistemului ultrasonic se introduce suspensia abrazivă.

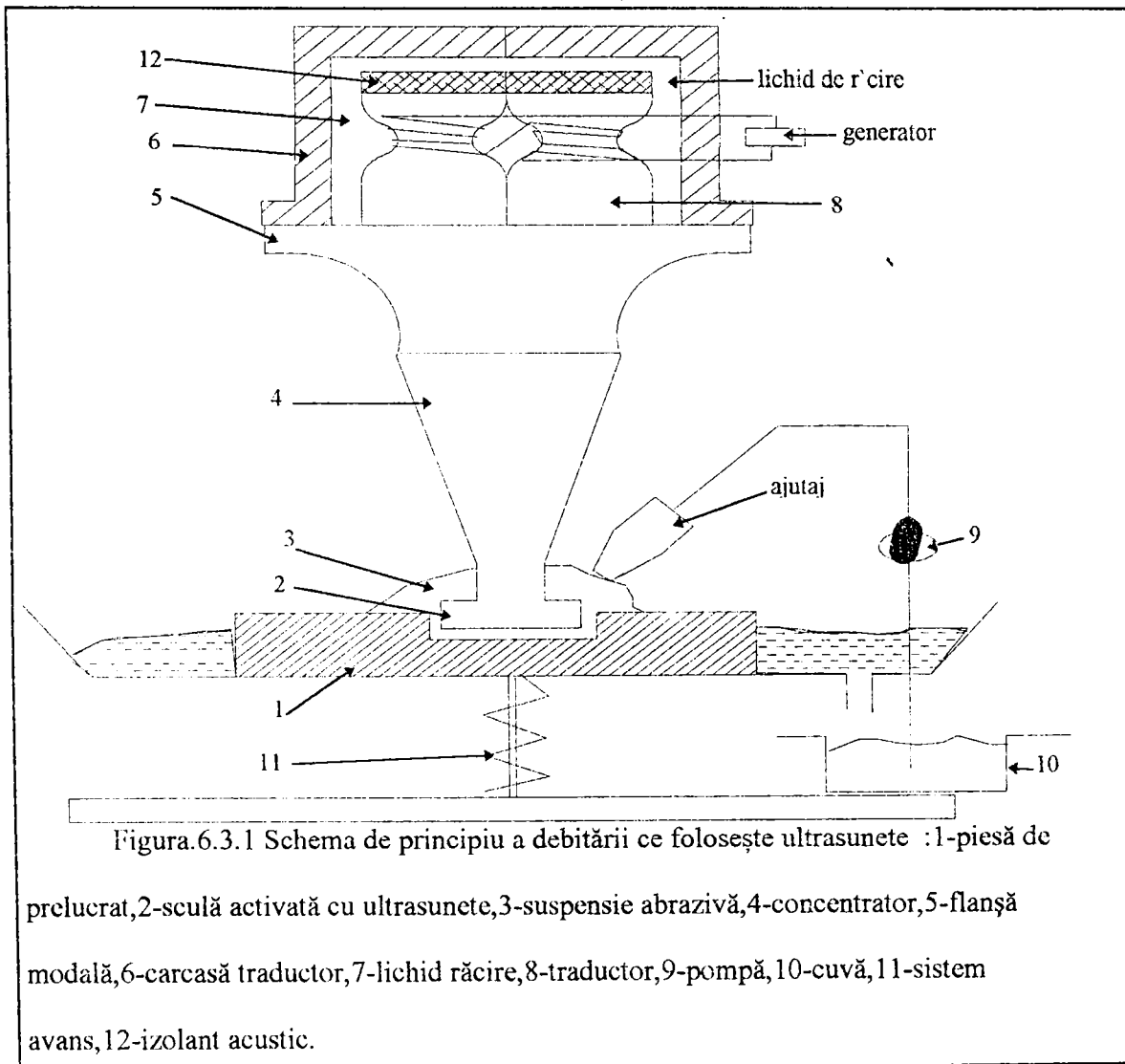
Obiectele supuse prelucrării sunt din materialele: oțel, sticlă, granit, cupru sau diamant. Partea activă a sistemului acustic apasă pe suprafața de prelucrat cu o presiune mică de $0,5-4 \text{ daN/cm}^2$, cu o frecvență în gama 18-30 kHz și amplitudinea maximă de 120μm. În zona de prelucrare este adusă în permanență o suspensie abrazivă în apă ce joacă rolul de agent de eroziune.

Concentrația în greutate a suspensiei abrazive este de 50%.

Schema de principiu a unei instalații de prelucrare(debitare) folosind ultrasunete se prezintă în figura 6.3.1. Cele mai des utilizate materiale abrazive sunt carbura de siliciu și carbura de bor, iar la prelucrarea diamantului sunt folosite particule de diamant.

La procedeul fără suspensie abrazivă în locul suspensiei abrazive se folosește acțiunea de erodare pe care o execută scula de lucru ce vibrează cu frecvență ultrasonică.

Pentru ca scula de prelucrare să îndeplinească acest rol, este necesar să fie impregnată cu un praf de diamant, iar între sculă și piesă să se asigure o mișcare de rotație după o axă perpendiculară pe piesă.



Amplitudinea este maxim $15\mu\text{m}$, iar presiunea dintre piesă și sculă de $30\text{daN}/\text{cm}^2$.

Frecvența de lucru este situată în intervalul 20-30 kHz iar blocul ultrasonic se rotește cu 2000 rot/min. Zona de prelucrare este răcită cu un lichid. Procedul de debitare cu ultrasunete se aplică în mod deosebit în cadrul materialelor dure și fragile unde procedeele tradiționale nu dau rezultate bune sau nu se pot aplica.

Prin procedeul de debitare cu ultrasunete se pot realiza game foarte variate de configurații. Mecanismul de prelucrare cu ultrasunete pune în evidență faptul că distrugerea materialului se datorește în cea mai mare parte acțiunii de șoc a sculei asupra particulelor abrazive. Fenomenele ce însoțesc acțiunea sculei sunt: izbirea asupra materialului a granulelor abrazive cu energie cinetică mare, ciocnirea granulelor aflate între sculă și material, cavitare acustică, coroziune chimică.

Eficacitatea metodei de debitare cu ultrasunete se măsoară prin viteza de prelucrare și prin calitatea și precizia cu care se face această debitare.

Viteza de debitare este influențată de amplitudinea și frecvența oscilațiilor, respectiv presiunea exercitată de sculă asupra materialului, dimensiunile și duritatea granulelor abrazive, vâzcozitatea lichidului cât și natura materialului ce trebuie debitat figura. 6.3.2 .

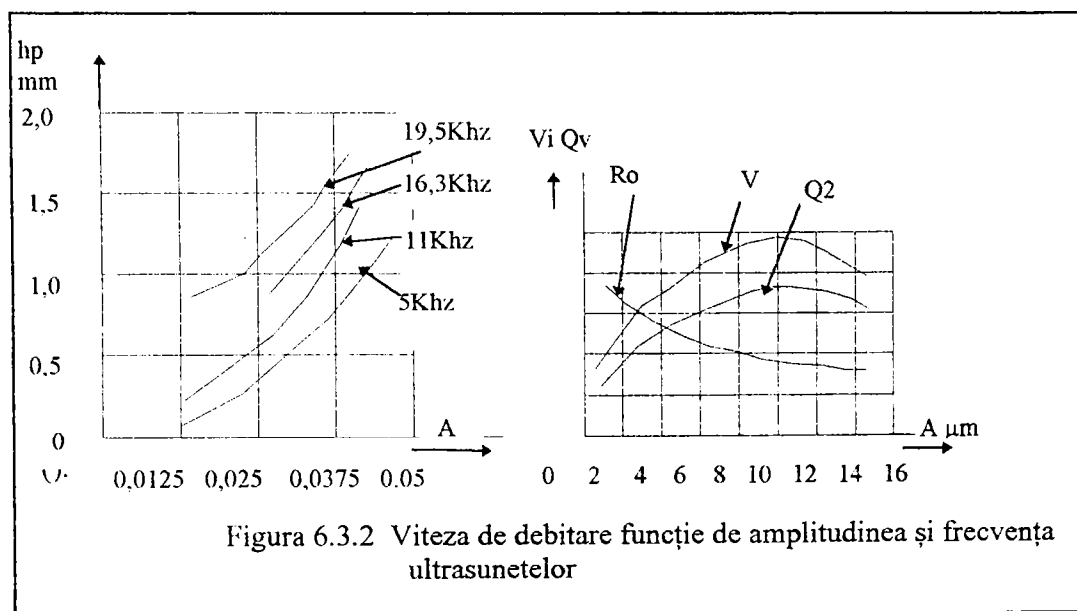
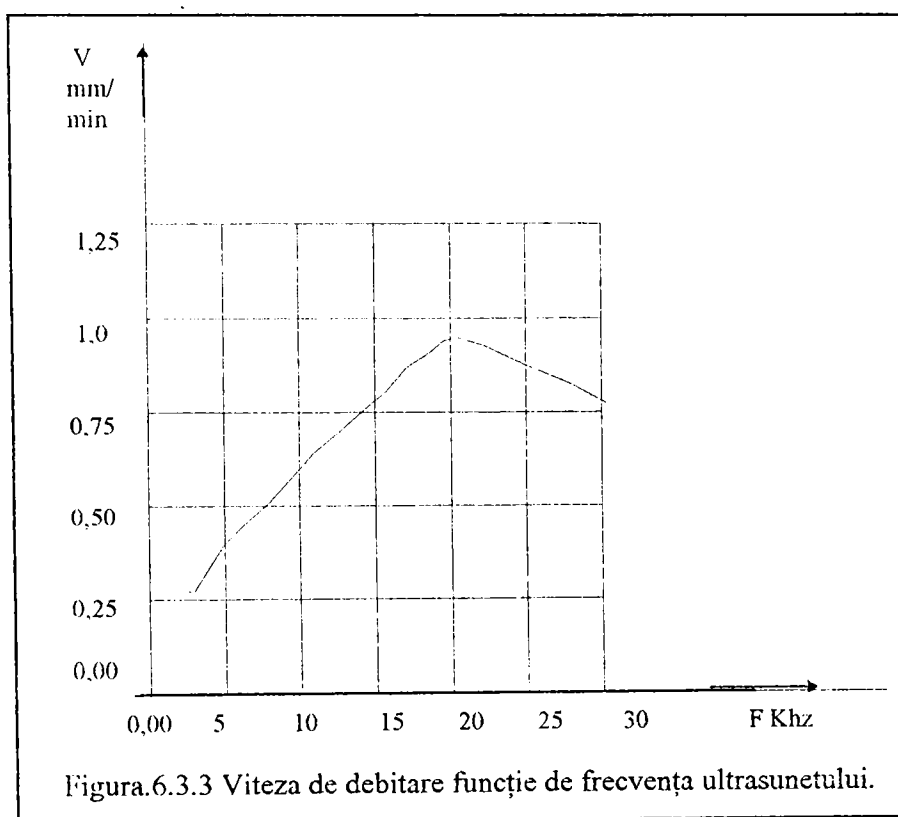


Figura 6.3.2 Viteza de debitare funcție de amplitudinea și frecvența ultrasunetelor

Analizând graficul din figura.6.3.3 se observă o creștere aproximativ proporțională a vitezei de tăiere cu amplitudinea oscilațiilor până la o amplitudine maximă de aproximativ $10\mu\text{m}$. Creșterea amplitudinii este limitată de rezistența sistemului generator de ultrasunete-traductor-concentrator de energie ultrasonică. Depășirea amplitudinii de $120\mu\text{m}$ poate produce fisurarea sau ruperea concentratorului de energie ultrasonică.

Pentru a obține un rezultat optim se recomandă folosirea unei amplitudini de $40\text{-}50\mu\text{m}$ pentru degroșare și a unei amplitudini de $20\text{-}40\mu\text{m}$ pentru finisare.



6.4 DEBITAREA PRIN EROZIUNE ELECTRICĂ ÎN CÂMP MAGNETIC

Metoda de debitare prin eroziune electrică se aplică:

- pieselor din materiale foarte dure, rezistente la coroziune,cavitație,refractare,fragile;
- când suprafețele de debitare sunt foarte complexe;
- când materialul supus debitării are o rigiditate insuficientă pentru a fi prelucrat prin alt procedeu.

Procesul de eroziune este definit ca proces de distrugere a integrității straturilor de suprafață ale materialului prin acțiunea unui agent eroziv.

Energia conținută de agentul eroziv poate fi de natură : electrică, electromagnetă, electrochimică, chimică, termică, mecanică.

În zona de lucru are loc transformarea energiei conținută de agentul eroziv în energie de distrugere a integrității stratului de suprafață a materialului.

Energia de distrugere poate fi de natură mecanică ,termică sau chimică.

Pentru a se realiza procesul de eroziune este necesară o anumită mărime a energiei distructive cât și o anumită repartiție spațială a acestei energii,astfel încât să se depășească energia de legătură a particulelor din stratul superficial al materialului ce se debitează. În funcție de natura preponderentă a energiei distructive , fenomenele de bază sau combinația acestora poate fi: topire sau vaporizare, ruperea materialului ca urmare acțiunii termice sau mecanice, coroziune.

Astfel, clasificarea procedeelor de debitare-prelucrare prin eroziune se poate efectua după mai multe criterii:

- prelucrarea prin eroziune electrică se bazează pe efectul eroziv polarizat al unor descărcări electrice prin impulsuri amorsate succesive între un electrod și material;

-debitarea prin eroziune cu plasmă are la bază efectul eroziv al plasmei unei descărcări electrice în arc staționar stabilizată cu ajutorul unui gaz;

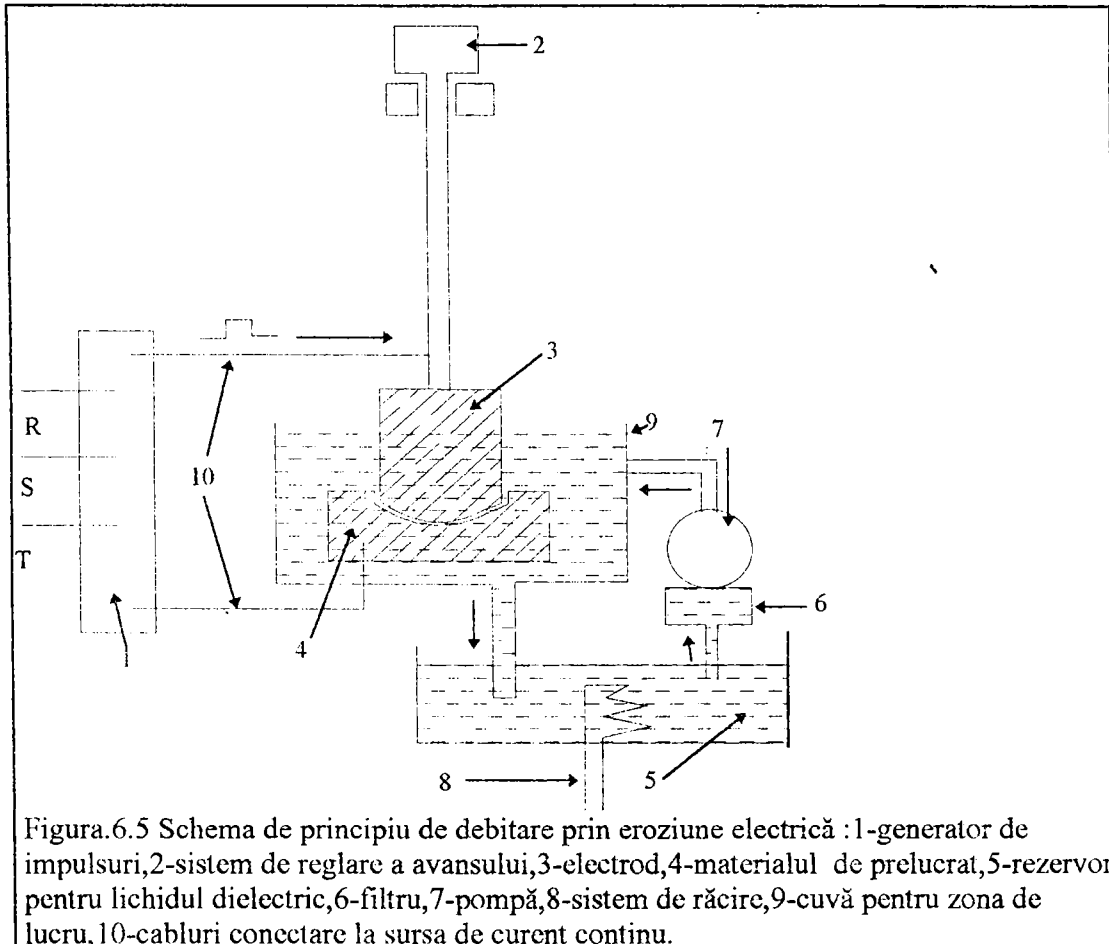
-debitarea prin eroziune electrochimică are loc prin dizolvarea electrochimică a materialului ce se debitează în procese caracteristice de schimb de sarcini electrice și masă între electrolit, anod și catod.

6.5 DEBITAREA PRIN EROZIUNE ELECTRICĂ

Prelucrarea cu descarcare amorată

Piesa ce urmează a se debita și electrodul se conectează la ieșirea unui generator de impulsuri de tensiune. Între suprafața electrodului și material este o distanță de 0,01-0,5mm ocupată de un mediu dielectric.

Schema unei instalații de prelucrat-debitat cu descărcări amorate este prezentată în figura.(6.5). Pentru amorarea descărcărilor electrice este necesară o corelare între spațiul sculă-material și rigiditatea dielectrică a mediului cu tensiunea de mers în gol a generatorului. Fiecare descărcare se amorsează în locul unde condițiile sunt cele mai favorabile și anume la valoarea minimă a spațiului real sculă-material de debitat. Descărcările electrice în impuls sunt însoțite de efecte erozive atât asupra electrodului cât și asupra materialului de prelucrat. Pentru ca eficiența erozivă să fie maximă, mediul dielectric trebuie să aibă proprietatea de a concentra descărcarea electrică cât și răcirea zonei de lucru electrod-material. Producerea unei descărcărielectrice este urmată de creșterea locală a intensității curentului care produce mai multe zone de amorare a descărcărilor electrice.



În acest mod descărcările electrice parcurg întreaga suprafață de interacțiune dintre sculă și materialul de debitat. În urma amorsărilor electrice și a arcurilor electrice se mărește distanță dintre piesă și material. Pentru a se putea continua procesul de erodare este necesară reducerea controlată a spațiului dintre electrod și material și să se permită amorsarea din nou a arcului electric.

Operația de avans controlat a sculei se realizează automat prin intermediul unui ansamblu mecano-electric, format dintr-un motor electric de tip pas cu pas și un reductor.

În timpul procesului de debitare-prelucrare are loc formarea în anumite zone a unor punți de material ce pot produce întreruperea procesului .

Pentru a elimina aceste punți se pompează în zona descărcărilor electrice un fluid dielectric. Ca lichid dielectric se folosește petrol, ulei, motorină iar în anumite cazuri apă distilată sau gaze sub presiune. Curățirea lichidului cât și răcirea acestuia se face într-o instalație de recirculare, răcire, filtrare.

În procesul de debitare prin eroziune electrică descărcările electrice în impuls sunt caracterizate prin transformarea energiei electrice în energie termică și mecanică .

Densitatea volumică a energiei este de 30000 J/mm^3 , iar puterea este de 300 Kw/mm^3 . Astfel , la un spațiu de $0,1 \text{ mm}$, 90% din energie se repartizează în zona de lucru producând o adâncime de 10^{-3} mm , și numai 10% din energie este pierdută pe coloana de descărcare. Fenomenele erozive au loc atât asupra materialului ce se debitează cât și asupra electrodului. Pentru ca eroziunea electrodului să fie redusă la minim este necesar să se folosească materiale cu conductivitate termică foarte bună , respectiv cu o temperatură ridicată de topire. Uzura electrozilor poate fi redusă prin realizarea unei pelicul de grafit cristalizat pe suprafața activă a electrozilor.

Pentru a se realiza această peliculă pe electrozii de cupru sau grafit este necesar să se îndeplinească următoarele condiții:

- în zona de lucru să existe suficiente produse ale pirolizei din care să se formeze pelicula de grafit;
 - temperatura porțiunii electrodului în zona activă să fie mai mare de 973°K de formare a peliculei;
-

-trebuie ca aceste condiții să se mențină un timp suficient ca să se formeze un strat cu o grosime minimă de 5 μm , impulsurile să aibă o durată mare și frecvență redusă.

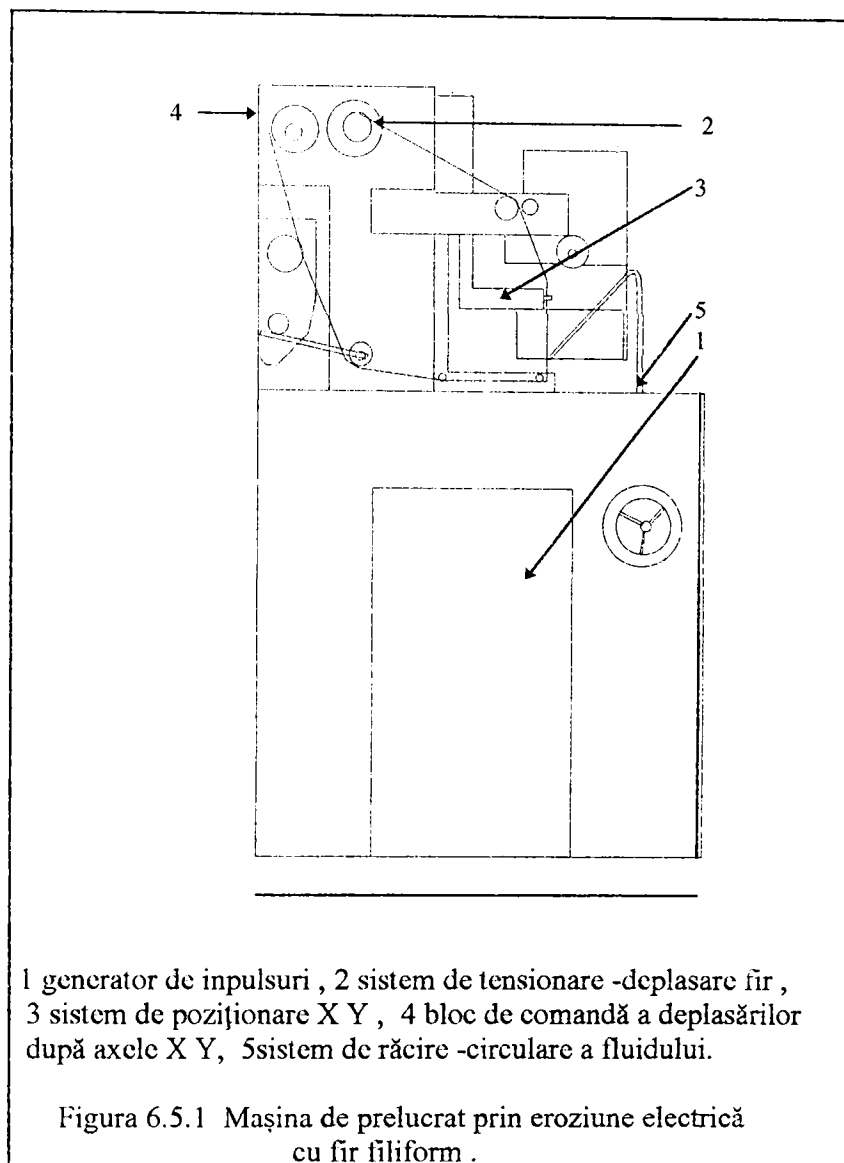
În tabelul 6.5 se prezintă diferite materiale folosite pentru realizarea electrozilor.

Materiale pentru realizarea electroziilor Tabelul 6.5

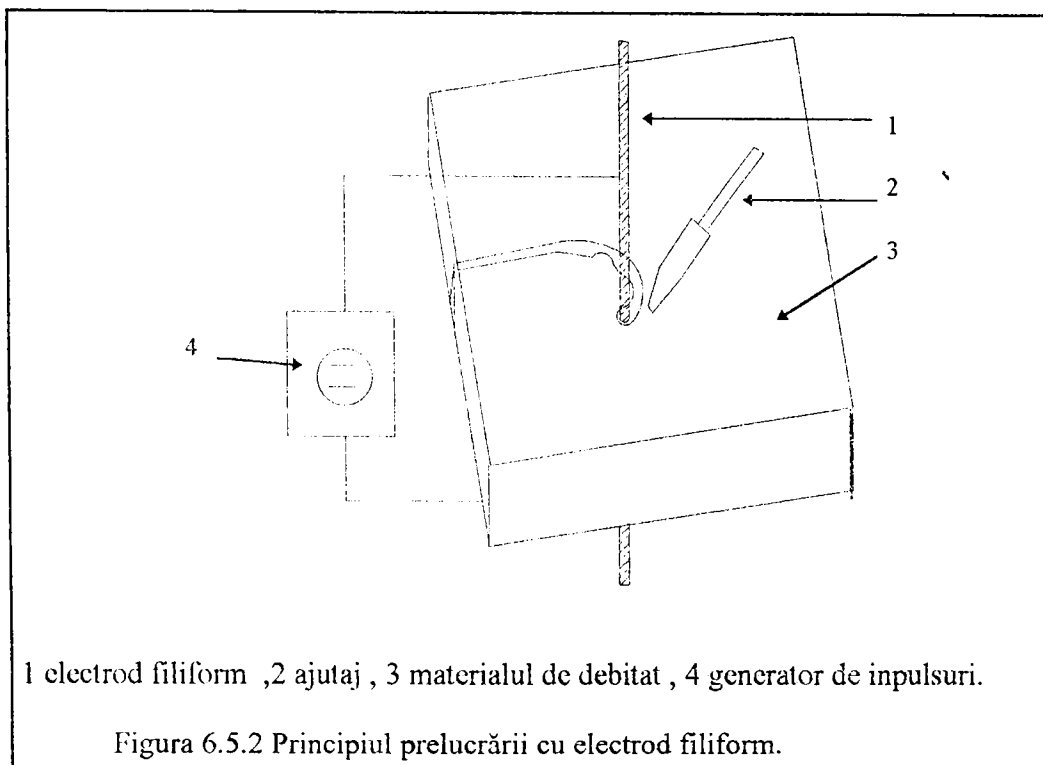
Materialul	Căldura specifică C	Masa specifică ρ	Conduc- tivitate λ	Tempera- tura de topire $^{\circ}\text{C}$	Temperatur a de fierbere $^{\circ}\text{C}$
Aluminiu	0,22	2,7	0,48	933	2543
argint	0,0566	10,53	1,05	1233	2450
Beriliu	0,45	1,848	0,38	1550	3043
Crom	0,11	7,19	0,16	1823	2473
Cobalt	0,104	8,85	0,18	1763	2673
Cupru	0,092	8,93	1,00	1357	2855
Fier	0,108	7,86	0,19	1798	3160
Grafit	0,40	1,8	0,25	3600	4825
Nichel	0,106	8,85	0,22	1725	3110
Aur	0,0308	19,25	0,78	1336	2980
Plumb	0,03	11,34	0,08	600	2023
Wolfram	0,032	19,28	0,45	3650	5800
Zirconiu	0,067	6,57	0,05	2125	3853

6.5.1 UTILAJE PENTRU PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE ELECTRICĂ

Utilajele de prelucrat ,debitat prin eroziune electrică pot fi : universale, speciale, specializate. Părțile ce formează un utilaj de debitat sunt: generatorul de impulsuri , partea mecanică , sistemul de reglare automată a avansului electrodului , instalația de recirculare răcire, filtrare a fluidului dielectric . În figura 6.5.1 este prezentată mașina de prelucrat prin eroziune electrică ce folosește electrod filiform.



În principiu prelucrarea cu electrod filiform se realizează ca în figura 6.5.2 .



Între materialul de prelucrat debitat și electrodul filiform se asigură o mișcare relativă în planul X, Y , astfel să se realizeze conturul piesei de debitat. Pentru a se păstra o distanță constantă între electrod și material, cât și o uzură uniformă a electrodului, se realizează o mișcare relativă normală pe planul $X Y$ cu o anumită viteză.

Lichidul dielectric este introdus în spațiul dintre electrod și materialul de debitat prin intermediul unui ajutor. Mașina de debitare cu electrod filiform are în plus față de alte mașini de debitat sistemul de tensionare și deplasare a firului (electrodului) și sistemul de avans automat după cele două coordonate. Ca material pentru firul metalic (electrod) se folosește cupru cu diametrul de 0,02-0,3 mm. Acest procedeu ne dă posibilitatea de a debita contururi foarte complexe în materiale cu grosimi pînă la 100 mm.

6.6 UTILAJE PENTRU DEBITAREA CU JET DE APĂ

Debitarea cu jet de apă se utilizează în cazurile în care debitarea termică sau cu laser nu pot fi folosite sau produc modificări de structură sau chimice (aluminiu, oțel înalt aliat, materiale organice) [30],[96,97,98]. Tehnologia de debitare cu jet de apă s-a impus în industria aerospațială, electronică, alimentară, textilă, construcții.

Avantajele tehnice și economice care impun folosirea debitării cu jet de apă sunt: utilizarea debitării pentru toate materialele, lipsa influenței termice a zonei prelucrată, pierderi mici de material datorită rostului de debitare îngust 0,7-2,5 mm, lipsa prafului și a gazelor nocive în timpul debitării, grosimi mari de materiale prelucrate, consum de apă mai mic decât în procedeul cu laser (3-10 g/m laser 0,5-1g/m jet apă), consum energetic comparabil cu debitarea folosind laserul (10-25 KW/h laser respectiv 10-30 KW/h jet apă).

Tehnologia debitării cu jet de apă

Debitarea cu jet de apă constă în realizarea unui jet de apă cu o presiune de 3000-6000 bari și o viteză de ieșire de 600-800 m/s ce vine în contact cu materialul ce se debitează. Presiunea de 3000-6000 bari se obține prin folosirea unui sistem de pompe de mare presiune urmate de un sistem de amplificare-multiplicare presiune.

Accastă presiune este menținută la valoare constantă prin intermediul unui acumulator hidraulic ce asigură un debit de 5-20 l/min.

Apa aflată sub presiune este dirijată prin intermediul unui sistem de conducte de înaltă presiune la capul de tăiere-debitare. Diametrul diuzei capului de tăiere este de 0,08-0,5 mm. Pentru debitarea materialelor cu rezistență scăzută (carton, piele, materiale plastice,

produse alimentare) se folosește jetul de apă simplu. Pentru debitarea materialelor cu rezistență mare (alumiul, oțel, beton, ceramică, marmură , granit) se folosește jetul de apă cu adaos de abraziv. Abrazivul folosit (alumină, carburide siliciu, nitruri de siliciu cu diametrul de 0,08-0,1 mm) este introdus într-o cameră de amestec cu jetul de apă. Presiunea ridicată produce o compresiune asupra materialului , iar viteza mare a jetului are ca efect forfecarea , respectiv eroziune locală a materialului. Jetul de apă realizează un transfer de energie particulelor de abraziv ce determină un efect mai distructiv al jetului apă + abraziv asupra materialului de debitat. Transferul de energie între jetul de apă și abraziv , se face prin reducerea stabilității dinamice a jetului de apă inițial coerent în jet de picături fine ce antrenează particulele de abraziv. Transferul de energie de la jetul de apă la particulele de abraziv se efectuează și prin forțele hidrodinamice dintre jetul de apă și abraziv. În urma transferului de energie se asigură circa 90% din energia necesară procesului de debitare. Procesul de debitare în acest caz este rezultatul proceselor de eroziune și microabraziune . Eroziunea se datorește tensiunilor variabile la contactul jetului de apă cu materialul ce se debitează.

Microabraziunea se datorește impactului particulelor de abraziv cu materialul ce se debitează. Tăierea cu jet de apă și abraziv produce o deformare a suprafeței tăiate , unghiul rizurilor depinde de viteza de tăiere impusă și de puterea jetului. Cu creșterea vitezei de tăiere la putere constantă și debit constant , unghiul rizurilor crește până la lipsa penetrării pe grosimea materialului.

Realizarea procesului de tăiere eficient tehnic, economic și ergonomic necesită alegerea parametrilor : presiunea jetului , debitul jetului de apă , debitul particulelor de abraziv , viteza de tăiere și grosimea materialului ce se taie.

Viteza de impact a particulelor de abraziv se determină cu relația (6.6.1) .

$$v_i = \eta v_j / (1+r) \quad (6.6.1)$$

$$v_j = k_i \sqrt{2p/\rho} \quad (6.6.2)$$

v_i = viteza de impact a particulelor de abraziv

v_j = viteza jetului de apă

η = randamentul amestecului apă abraziv

r = raportul dintre debitul de abraziv și debitul de apă

k_i = constanta de distribuție

ρ = densitatea apei

p = presiunea jetului de apă

Presiunea jetului de apă determină adâncimea tăieturii .

În urma determinărilor experimentale efectuate de diferiți cercetători , a rezultat că este o valoare critică a presiunii pentru care procesul tăierii este oprit .

În practică este necesară o presiune de trei ori mai mare decât presiunea critică.

Mărimea presiunii critice depinde de materialul supus procesului de tăiere , grosimea materialului , cât și de debitul de abraziv.

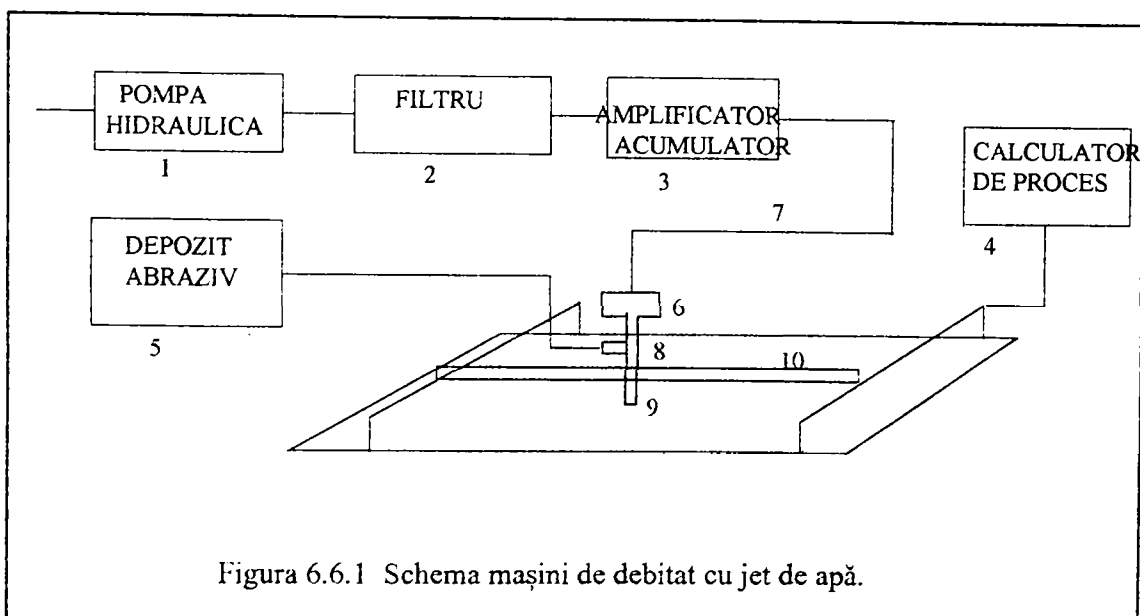
Pentru o grosime de material de 10 mm , și un debit de abraziv 0,032Kg/minut rezultă o presiune critică de 240 Mpa.

Prin modificarea doar a debitului de abraziv la 0,059 Kg/minut rezultă o presiune critică de 270 Mpa. Se deduce astfel că trebuie corelată presiunea critică cu debitul de abraziv și grosimea materialului.

6.6.1 MAȘINA DE DEBITAT CU JET DE APĂ

Mașina de debitat cu jet de apă, figura 6.6.1, este compusă din pompa hidraulică (1) care realizează o presiune de 150- 200 bari. Apa aflată la 150-200 bari este supusă unui tratament de filtrare mecanică și demineralizare prin filtrul (2).

Operația de filtrare are rolul de a proteja instalația de suspensiile mecanice cât și efectul chimic.



Pentru a realiza presiunea de 3000-6000 bari se folosește amplificatorul hidraulic (3) realizat dintr-un cilindru cu două pistoane de diametre diferite.

Pe pistonul cu diametrul mare acționează presiunea de 300-400 bari care are ca efect realizarea unei presiuni de 3000-6000 bari pe suprafața pistonului cu diametru mic.

Raportul dintre suprafețele celor două pistoane este de 10:1 respectiv 20:1.

Pentru a asigura un debit constant a jetului de apă se interpune între amplificator și capul de tăiere un acumulator hidraulic (3).

Transmiterea fluidului de la acumulator la capul de tăiere se realizează prin conducte de înaltă presiune și furtune elastice (7).

Capul de tăiere (6) este realizat în două variante, în funcție de modul de tăiere (cu jet simplu de apă sau cu jet de apă + abraziv), și are rolul de a realiza jetul de apă coerent cu un diametru de 0,2-0,075mm. Diuza (9) din capul de tăiere este realizată din safir sau diamant. Realizarea conturului se face prin trei metode: masă fixă și capăt mobil după două axe (10), masă mobilă după două axe și cap de tăiere fix, roboți de tăiere.

Indiferent de modul de realizare, comanda deplasări se realizează prin calculatoare de proces (4) și sisteme numerice. În tabelul 6.6.1 se prezintă: grosimea, viteza de tăiere și calitatea tăieturii la folosirea tăierii cu jet de apă fără abraziv.

Parametri tăierii tabelul 6.6.1

Material	Grosimea mm	Viteza de tăiere m/min	Calitatea suprafetei tăieturii
ABS plastic	2	0,5-1,25	100%separate
Aluminiu	1,5	0,5-2,5	scai
Grafit	3,5	2,5	bună
Plexiglas	3	0,7-0,9	acceptabilă
PVC	6	0,25-0,5	bună
Hirtic	6,5	180	bună
Vinil	1	50-60	bună
Lemn	3	1-1,25	bună

În procesul de tăiere cu jet de apă este obligatoriu să se respecte următoarele norme de securitate a muncii. Controlul etanșeității circuitului hidraulic al apei cât și al abrazivului. Utilizarea căștilor auriculare deoarece în timpul tăieri zgomotul produs este între 80-120 db . Utilizarea de ochelari și echipament de protecție împotriva jetului de apă care poate produce răniri ale pielii. Operatorii trebuie autorizați în acționarea echipamentelor sub presiune de către ISCIR. Utilizarea de materiale electroizolante în zona de lucru . Verificarea zilnică a sistemului de protecție la suprapresiune (supapele de siguranță).

6.7 DEBITAREA PRIN FORFECARE

Tăierea cu foarfecele se face în general la piese a căror grosime nu depășește 25 mm, fiind folosite în general la table și platbande, dar poate fi extinsă și la corniere, folosind cuțite de forme speciale.

Foarfecele sunt formate din doua cuțite, din care unul fix, la nivelul căruia este fixată masa pe care se așază tabla de prelucrat, și altul mobil, care apasă asupra piesei ca în figura 6.7.1. Lațimea cuțitelor de tăiere ajunge pînă la 3000 mm. Pentru tăierea cornierelor se folosesc foarfece profilate; corniera se așază pe cuțitul fix, iar cuțitul mobil apasă după bisectoarea unghiului pe care îl fac laturile ca în figura 6.7.2.

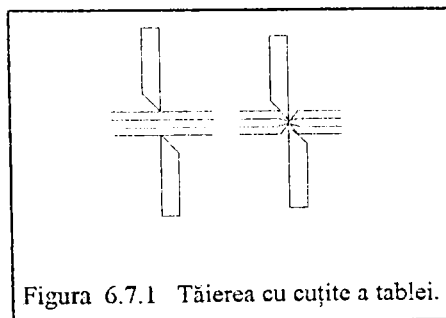


Figura 6.7.1 Tăierea cu cuțite a tablei.

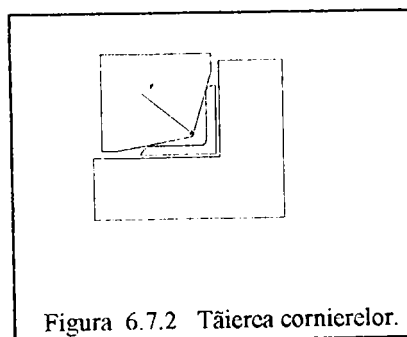


Figura 6.7.2 Tăierea cornierelor.

După tăierea cu foarfece a pieselor este necesar ca suprafețele tăiate să fie prelucrate prin aşchiere sau polizare.

Metoda de tăiere cu foarfecele se aplică în cazul pieselor cu contur simplu, de formă: dreptunghiulară, trapezoidală, sau triunghiulară ca în figura 6.7.3.

Tăierea mecanică prin ştanţare, ghilotinare sau cu ferăstrăul realizează o precizie şi calitate corespunzătoare normelor în vigoare, dar, în cazul unui preţ de cost moderat, are dezavantajul că grosimilor de tăiere ce nu pot depăşi 15 mm.

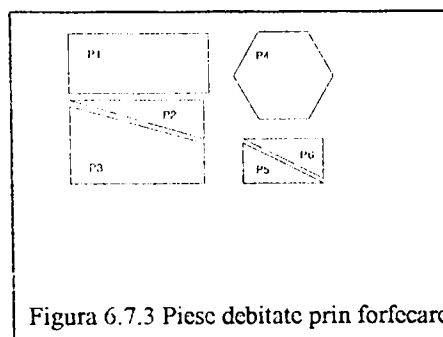


Figura 6.7.3 Piese debitate prin forfecare

Pentru a depăşi aceste dezavantaje se pot aplica procedee de debitare tăiere, termice, ultrasunete sau cu jet de apă.

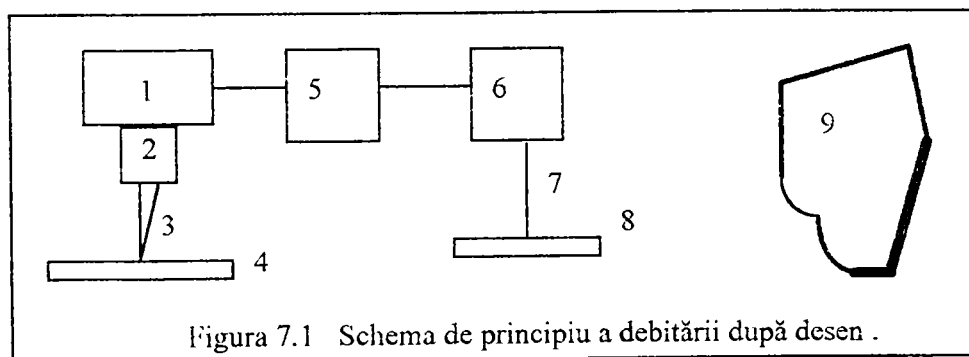
ANALIZA TEHNOLOGIILOR DE DEBITARE

Analizând diferitele tehnologii de debitare prezentate în capitolele (5,6) ,se deduc atât avantajele cât și dezavantajele fiecărei metode de debitare sau a mașinii de debitare.

Din această analiză se deduc parametrii necesari tehnologiei de debitare pentru a se realiza comanda unei mașini de debitat , cât și tipul de tehnologie de debitare ce poate fi utilizat pentru o rentabilizare a fabricației pieselor din tablă .

7.1 DEBITAREA DUPĂ DESEN.

Principiul de debitare după desen constă în deplasarea brencilor de tăiere în așa mod ca traseul realizat să fie indentic cu traseul desenat la scara 1:1 , 1:10 sau 1:20 . Acest lucru se realizează prin folosirea unui traductor optic de tipul fotodiodă sau fototranzistor figura 7.1.



Mecanismul de deplasare urmărire (1) permite poziționarea traductorului optic (2) astfel ca raza de lumină (3) să fie coliniară cu linia desenată (9) ,ce reprezintă conturul piesei ce urmează a se debita.

Aceste informații livrate de mecanismul de deplasare-urmărire (1) sunt prelucrate de blocul de calcul(5) ce calculează factorul de scală dintre desen și piesa ce se debitează. Semnalele electrice livrate de blocul (5) sunt aplicate sistemului de deplasare (6) a brenerelor (7) care prin intermediul capetelor de tăiere produc debitarea piesei din tabla (8). Deplasarea traductorului optic (2) se realizează prin intermediul unui sistem mecanic (1), pe ambele direcții X și Y din planul desenului , în așa mod ca lumina reflectată de linia desenului să fie la pragul minim (linia neagră) .

Sistemul mecanic de deplasare a traductorului urmărește cu o anumită viteză conturul desenului (9) și deplasează cele două traductoare pe cele două axe X Y.

Traductoarele de pe cadrul transversal al brenerelor vor furniza o informație electrică ce este comparată cu informația de la traductoarele sistemului optic.

Aționarea motoarelor electrice pentru deplasarea cadrului transversal , cât și a brenerelor pe cadru transversal , se face până când diferența dintre informațiile sistem optic-traductor pozitie nu diferă.

Metoda de debitare cu urmărire optică are următoarele dezavantaje: desenul la scara 1:10 sau 1:20 nu poate fi executat manual, fiind făcut de un ploter, datorită faptului că o greșeală din desen produce o eroare de 10... 20 de ori mai mare la execuție , grosimea liniei de desenare trebuie să fie cuprinsă între 1-2 mm iar la anumite mașini chiar mai mare de 2 mm , suportul pe care se realizează desenul trebuie să aibă o bună stabilitate termică și higroscopică pentru a nu introduce erori suplimentare la debitare , praful sau alți agenți exteriori pot produce erori asupra debitării prin modificarea grosimii liniei ce indică conturul ce se debitează . În figura 7.1 conturul (9) a fost intenționat desenat cu linii ce au grosimi diferite pentru a se putea observa erorile la debitare ce apar,sau

oprirea procesului de debitat când grosimea liniei din desen este sub grosimea minimă ce poate fi detectată de sistemul optic. Împosibilitatea modificării conturului piesei desenate în timpul execuției. Pentru fiecare piesă ce se debitează este necesar să existe un desen cea ce duce la un preț de cost ridicat al procesului de debitare , cât și la ocuparea unui volum apreciabil cu desenele necesare pentru o anumită structură metalică

7.2 DEBITAREA DUPĂ ȘABLON.

Debitarea după șablon constă în deplasarea unui palpator (2) pe conturul șablonului (3) la scara 1:1 , 1:2 care va comanda prin intermediul unor mecanisme (1) (4) , (5) deplasarea brenerilor de tăiere (6) peste tabla de prelucrat (7) figura 7.2.

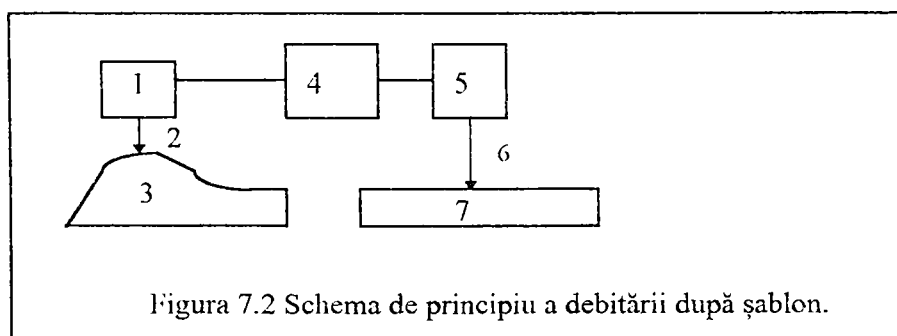


Figura 7.2 Schema de principiu a debitării după șablon.

Deplasarea palpatorului se efectuează pe cele două direcții X și Y de către utilizator.

Această deplasare are ca efect modificarea poziției traductoarelor de deplasare cuplate cu palpatorul. Modificarea poziției traductoarelor de deplasare pe cele două axe va avea ca efect producerea unui semnal electric direct proporțional cu deplasarea .

Marimea semnalului electric livrat de traductoare cuplate cu palpatorul este comparată cu mărimea semnalului electric livrat de traductoarele cuplate cu brenerile de tăiere.

Diferența dintre cele două mărimi electrice are ca efect acționarea asupra mecanismelor (4) (5), până când diferența este mai mică decât semnalul corespunzător erorii considerată zero. Acest procedeu se utilizează la debitarea pieselor cu dimensiunea maximă de 500 mm datorită gabaritului impus pentru șablon.

Dezavantajele acestui procedeu constau în : realizarea unui șablon prin execuție manuală ce implică multă muncă, în comparație cu munca depusă pentru realizarea unui unui program de comandă folosind un limbaj de nivel înalt , precizia scăzută de execuție a pieselor datorită oscilațiilor mecanice ale palpatorului care se poziționează manual , productivitate mică datorată oboselei rapide a operatorului , neuniformitatea tăieturii executate datorită vitezei variabile de deplasare a palpatorului de către operator , limitarea tipurilor de contururi ce se pot debita , modificarea foarte greu a zonei de tăiere funcție de grosimea tablei ce se debitează , debitarea în oglindă nu se poate executa.

Ca și în cazul debitării după desen , pentru realizarea pieselor se va înmagazina un volum mare de șabloane care produce o utilizare scăzută a spațiului de producție.

Viteza de deplasare-tăiere este greu de stabilizat și , respectiv , de modificat în funcție de grosimea tablei ce se debitează , respectiv a tipului de brener folosit.

7.3 DEBITAREA DUPĂ PROGRAM

Principiul debitării după program constă în faptul că traseul piesei de debitat este discreditat în porțiuni reprezentate de funcții matematice . Porțiunile de contur sunt prelucrate de un calculator. Funcțiile matematice pot fi deduse de către programator ,ele

fiind de tipul: funcții liniare ce descriu un segment de dreaptă , funcții de gradul 2 ce descriu un cerc sau un arc de cerc , funcții de gradul 2 sau 3 ce descriu arce de parabolă. Programatorul trebuie să deducă pe lângă funcțiile matematice și punctele caracteristice ale conturului ce se va debita, numite vârfuri. După 1990 odată cu dezvoltarea industriei de soft și calculatoare , au apărut pe plan mondial foarte multe firme care au realizat și realizează în continuare , programe pentru conducerea mașinilor cu comandă numerică.

Firma I.B.M a lansat în 1998 programul CATIA ver.4 care permite desenarea 2D , metode de modelare digitală . Prin introducerea noului modul Lathe Machining Programmer permite comanda mașinilor cu comandă numerică pentru operațiile de strunjire, finisare, filetare. Pachetul Release 2.0 permite integrarea cu toate modulele de prelucrare din CATIA. **Firma Autodesk** și firma **Genius** au realizat împreună o colaborare ce permite comanda numerică a mașinilor cu comandă numerică (strunguri, freze , debitare) . Pachetul Mechanical Desktop R 1.2 împreună cu pachetul HiperMILL 3.0 se folosește la comanda mașinilor cu comandă numerică.

Adaptarea mașinii de prelucrare se efectuează prin editarea unui fișier folosind postprocesorul hiperPOST . Această operație poate dura de la 2 la 10 zile în funcție de tipul mașinii pe care se implementează produsul. În funcție de precizia cerută , se folosește interpolarea liniară sau circulară. Pachetul Mechanical Desktop permite desenarea în plan sau în spațiu 3D a orăru element. În locul pachetului Mechanical Desktop se poate folosi pachetul Autocad Release 14 . **Firma CADTECH** a realizat pachetul CADTOOL-NCTOOL pentru programe CAD-CAM .Acest pachet poate fi instalat pe calculatoare cu următoarea configuraare: calculator AT 286 sau mai superior, memorie RAM minim 1 MB, spațiu pe hard disk 20 MB .

Pachetul are facilități deosebite pentru realizarea de desene de execuție și de simulare a formelor geometrice pentru piesele proiectate. Poate citi desene în format IGIES și DXF livrate de produsele Autodesk (acad10.11.12.13.14).

Posibilități de comunicare bidirecțională între pachetele CAD , CAM , interfață clară și ușor de utilizat pentru introducerea datelor tehnologice , simularea tridimensională pentru verificarea produsului proiectat.

Firma BOXFORD LIMITED a realizat pachetul BOXFORD 300VMC ce permite comanda mașinilor de prelucrare cu comandă numerică , pachetul BOXFORD 300VMC permite desenarea în spațiu 3D și automat trimiterea datelor spre mașina de prelucrat.

Pachetul este specializat pentru comanda mașinilor de frezat, debitat în oțel , aluminiu, plastic . Motoarele ce antrenează capul de frezare au o putere instalată de 1.26Kw.

Pupitrul de comandă permite deplasarea pe direcțiile celor trei axe X ,Y, Z , și posibilitatea de trecere de pe comandă manuală , pe comandă automată.

Prin intermediul pupitrului de comandă se alege scula cu care se face prelucrarea și sensul de rotire a sculei. Firma BOXFORD LIMITED a realizat pachetele 160TCL , DUET, 190VMC, 250 SERIES, 250PC , 300SERIES , 160TCL pentru comanda mașinilor unelte .

7.4 CONCLUZII

Avantajele instalațiilor cu debitare după program sunt : posibilitatea executării oricărui tip de contur , de la trasee liniare la trasee complexe ; odată executat programul pentru o anumită piesă , poate fi înmagazinat (memorat) pe suport magnetic, suport optic, dischetă, CD-ROM și executat de câte ori este necesar.

Modificarea lășimii de tăiere se face foarte ușor de către utilizator în funcție de grosimea tablei ce se debitează , a tipului de brener folosit și a tipului de tehnologie folosit .

Simplitatea în exploatare a instalației ; operatorul are doar funcția de a urmării procesul de debitare. Precizia ridicată și repetabilitatea mărită a pieselor de debitat , posibilitatea rotiri piesei de debitat față de axele X Y, debitarea prin diferite procedee (flacără oxiacetilenă, oxi-gaz, laser , jet de apă) , vizualizarea conturului înainte de a se debita piesa pe ecranul monitorului sau pe suport de hârtie folosind un ploter.

Comanda după program permite ca operația de debitare a aceluiași contur din table cu grosimi diferite , să se efectueze prin simpla schimbare a grosimii fantei de tăiere .

Debitarea folosind comanda după program , poate fi ușor adaptată la diferite procedee (termice, laser, jet cu apă) prin modificarea următorilor parametrii: numărul de faze de comandă a motoarelor pas cu pas , parametri tehnologici (presiune ,temperatură, tensiune electrică) , mărimi ce acționează asupra electrovalvelor pentru gaz, apă, fluid. Datele de intrare necesare procesului de debitare se livrează prin intermediul tastaturii , folosind o interfață interactivă de tip ferestre de interogare .

Toate aceste avantaje enumerate mai sus ,implică folosirea debitării după program.

Pentru realizarea pieselor se pot folosii diferite procedee industriale de debitare industrială , astfel : debitarea cu foarfece (ghilotina) , debitarea prin electroeroziune , debitarea termică oxi-gaz , debitarea cu laser , debitarea cu jet de apă . Analiza comparativă se va referi la avantajele și dezavantajele fiecărui procedeu de debitare și posibilitățile de debitare în cadrul fiecăruia .

Debitarea prin forfecare (cu ghilotina) are următoarele avantaje : simplitate , universalitate , echipament simplu și robust .

Dezavantajele acestui procedeu sunt : necesitatea ajustării permanente a cuțitelor , neliniaritatea cuțitelor , posibilități de tăiere numai a contururilor liniare , ascuțirea periodică a cuțitelor , bavura pronunțată a zonei debitate , grosimea mică a tablei prelucrată (sub 15 mm) .

Debitarea prin electroeroziune are următoarele avantaje : calitatea foarte bună a zonei debitate , posibilitatea de tăiere a grosimilor mari fără încălzirea excesivă a piesei debitate , deplasarea sistemului de debitare controlată de un calculator , nu este necesar controlul permanent a debitării de către operator , grosimea maximă a tablei supusă debitării este de 150 mm .

Dezavantajele procedeuului constau în : viteza mică de debitare ,prețul de achiziție foarte mare pentru mașina de debitat , costul ridicat al electrozului fir folosit în procesul debitării , risc ridicat de accidentare a operatorului .

Debitarea termică oxi-gaz are următoarele avantaje : cost redus pentru echipament și proces , posibilitatea tăierii a grosimilor mari de până la 300 mm , echipamentul de debitare poate fi mobil , posibilitatea de tăiere a mai multor repere indentice simultan .

Dezavantajele acestui procedeu constau în : precizie și calitate redusă în comparație cu procedeele de tip laser sau jet de apă , zona influențată termic este foarte mare , se produc modificări de structură și chimice importante , rost de tăiere mare , se pot debita numai oțeluri carbon slab aliate ,viteză de tăiere redusă în comparație cu procedeuul laser .

Debitarea cu laser are următoarele avantaje : posibilitatea de debitare a materialelor metalice și nemetalice , posibilitatea de debitare a pieselor în spațiu tridimensional , rost de tăiere îngust ce are ca efect un control foarte bun al conturului debitat , absența contactului fizic între capul de tăiere și material , calitate foarte bună a suprafețelor

debitate , fără oxizi ,stropi, fisuri, flexibilitate ridicată , debitarea se face fără zgomot și rapid . Dezavantajele acestui procedeu constau în : calitate redusă la debitarea grosimilor mari , echipament costisitor , grosimi de material reduse în comparație cu alte procedee , proces scump , investiție mare la achiziționarea instalațiilor , dificultate la tăierea materialelor cu reflexibilitate mare sau conductibilitate termică mare cum ar fi cuprul și aluminiul .

Debitarea cu jet de apă are următoarele avantaje : posibilitatea de debitare a pieselor în spațiu tridimensional , absența contactului fizic între capul de tăiere și material , efecte termice reduse , posibilitatea de debitare a materialelor metalice și nemetalice , rost de tăiere redus , calitate bună a suprafeței tăiate .Dezavantajele acestui procedeu constau în : echipament costisitor , rost de tăiere mai mare decât la procedeul cu laser , proces mai lent decât la procedeul cu laser , costuri de exploatare mai ridicate , proces foarte zgomotos ce implică protejarea utilizatorilor , grosimea de tăiere pentru oțel sub 50 mm.

Ca principiu de debitare este indicat procedeul cu jet de apă și rază laser din următoarele motive: zona de influență termică redusă sau chiar lipsă la procedeul jet de apă, viteză mare de tăiere, automatizarea simplă a procesului.

Pentru a se putea introduce datele geometrice cât și datele tehnologice necesare programării mașini de debitat este necesar folosirea unui limbaj de programare de nivel înalt. Limbajul de programare BASIC poate fi implementat pe orice tip de calculator cu resurse hard minime de la 64 Ko memorie RAM . Din punct de vedere a microprocesorului folosit calculatoarele se clasifică: în microcalculatoare de tipul AMIC ,TIM-S , COMODORE , calculatoare XT microprocesor 8086 sau 8088 , calculatoare AT microprocesoare 80286 , 80386, 80486, 80586.

Pentru programarea mașinilor de debitat se folosesc limbajele de programare ;

limbajul C ,C++

limbajul BASIC

limbajul Autolisp

limbajul APT_RCV.

Pentru realizarea programelor de comandă a modelului funcțional s-a ales limbajul BASIC din următoarele motive : limbajul BASIC poate rula pe oricare tip de calculator din cele prezentate anterior , spațiul ocupat pe hard disc de către limbajul BASIC este sub 2 Mo , iar spațiul liber necesar pentru datele de intrare poate fi doar de 10 Mo , apelarea instrucțiunilor pentru comunicarea cu porturile de ieșire -intrare se efectuează prin intermediul unui număr foarte mic de parametri.

Minicalculatoarele AMIC TIM-S COMODORE cât și calculatoarele de tip XT respectiv AT cu microprocesorul 80286 au implementat acest limbaj BASIC în circuite de tip ROM ,dispuse pe placa de bază a calculatorului.

În Anexa1 (Elemente ale limbajului de programare BASIC) se prezintă cele mai uzuale instrucțiuni ,necesare realizării programului de comandă a unei mașini de debitat . În capitolele (8),(9) se descriu blocurile ce formează o instalație de debitat după program .

8. REALIZAREA PROGRAMARII INSTALAȚIEI DE DEBITAT ÎN CORDONATE X ,Y.

8.1 CERINȚELE INSTALAȚIEI DE DEBITAT

În urma studiului efectuat de doctorand privind tehnologiile de debitare a pieselor din tablă , cât și a cerințelor ce se impun pentru îmbunătățirea acestor tehnologii, a rezultat necesitatea proiectării unei instalații de debitat după program.

În capitolele 8 și 9 se prezintă programele și modelul funcțional realizate de doctorand.

O instalație modernă de debitat bidimensională în coordonate ,se caracterizează prin automatizare avansată, precizie ridicată, manipulare simplă, siguranță în funcționare și fiabilitate electrică și mecanică ce să excludă rebutul.

Automatizarea vizează: pregătirea pentru tăiere sub controlul unui program, controlul flacării, menținerea distanței constantă (reglată în prealabil manual sau prin program în cadrul programului pregătitor) , parcurgerea conturului reperului în orice sens cu viteză tangențială constantă, semnalizarea avariilor cu oprirea execuției și salvarea tuturor datelor necesare reluării operației de debitare , după eliminarea avariei.

În privința cerințelor de precizie , aceasta se limitează în esență la precizia mecanică , întrucât precizia cordonatelor furnizate de calculator este cu câteva ordine de mărime mai mare.

Precizia mecanică în poziționarea pe conturul reperului se compune din : precizia pasului unghiular a motorului pas cu pas (chiar pierderea unui pas dacă lipsește bucla de

reacție pentru controlul execuției pasului), precizia tensionării și jocului angrenajului.

Accasta din urmă se poate micșora prin angrenaje pretensionate .

Mai există o sursă de eroari , la anumite tipuri de repere în special cele înguste sau lungi, dilatarea termică.

Diminuarea acestor erori se realizează prin debitarea discontinuă.

Printre facilitățile de manipulare , pe primul loc se numără posibilitatea executării manuale a tuturor acțiunilor automatizate.

Trecera din regim automat în regim manual , să se realizeze cu salvarea tuturor parametrilor de care depinde continuarea debitării.

În loc de frunte se situează cordonatele punctului de întrerupere a debitării.

În regim manual deplasarea pe cele două axe X , Y să se execute independent. Comenzile în regim manual să fie cât mai protejate de efectul avariilor.

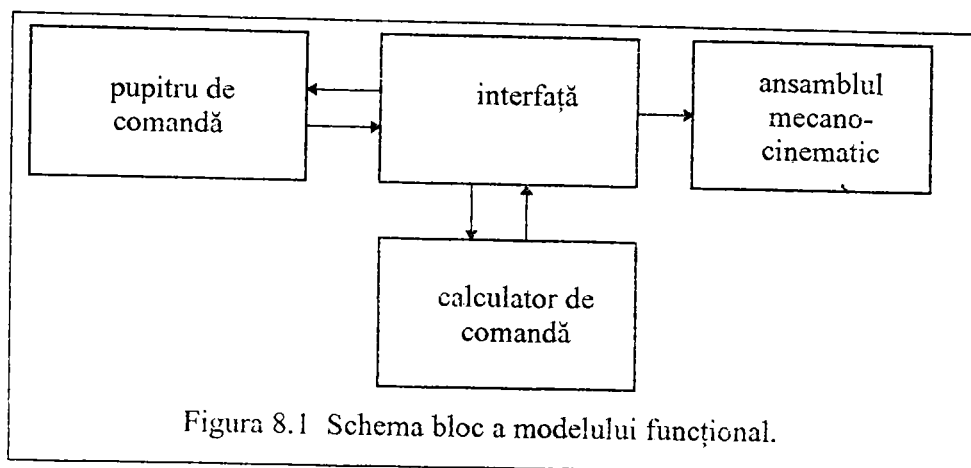
Se impun unele intervenții manuale chiar și în regim automat , cum ar fi mărirea vitezei sau parcurgerea în sens invers a conturului.

Celelalte cerințe impuse instalațiilor se reduc de fapt la calitatea componentelor electrice , calitatea și precizia componentelor mecanice.

Subansamblele electrice de importanță maximă se cer dublate sau cel puțin interschimbabile prin operații simple.

Modelul funcțional al mașinii de debitat în cordonate X, Y, datorită cerințelor sus menționate , va prezenta doar cele mai importante cerințe astfel: cele pentru descrierea conturului automat sau manual , modificarea vitezei , respectiv , sensului de parcurgere al conturului .

Schema bloc a modelului funcțional se prezintă în figura 8.1 .



8.2 ASPECTUL GEOMETRIC AL CONTURULUI DE DEBITAT

Un contur plan este reuniunea a K grafice, cu proprietatea că două grafice consecutive au un punct comun numit vârf. Aceste puncte de intersecție sunt vârfurile conturului ce urmează a fi debitat. Conturul de debitat se poate trasa (debita) dacă se cunosc cordonatele $X_i, Y_i, i=1, \dots, k$ și funcțiile $F_i(x, y) i=1, \dots, k$ ce descriu porțiunile de contur. Aceste funcții se atașează graficelor ce formează conturul. Aceste grafice se vor numi în continuare laturile conturului. În cazul instalațiilor de debitat în cordonate, în componența conturilor se găsesc numai grafice de conice și de funcții trigonometrice.

Rezultă că, pentru a cunoaște funcțiile la care se atașează graficul, pe lângă cele două puncte prin care trece graficul, este necesară încă o pereche de date.

Dacă conica admite centru sunt necesare cordonatele acestui centru, iar dacă nu, încă un punct de pe grafic ca funcția să fie unic determinată.

Dreapta este definită numai prin cele două puncte prin care trece.

Orice instalație de debitat de precizie descrie graficile prin aproximare poligonală în trepte , segmentele paralele cu axele sistemului de referință sunt discretizate prin segmente unitare corespunzătoare pasului unitar.

Dacă se efectuează un pas pe fiecare axă , rezultă un pas pe diagonală cu lungimea de $\sqrt{2}$ ori mai mare decât pasul unitar , de care trebuie ținut cont la trasarea cu viteză constantă (timpul pentru parcurgerea acestui segment este mai mare de $\sqrt{2}$ ori decât timpul pentru parcurgerea unui segment unitar) .

Pentru un sistem ce utilizează motorul pas cu pas , se impune restricție de viteză din motive inerțiale.

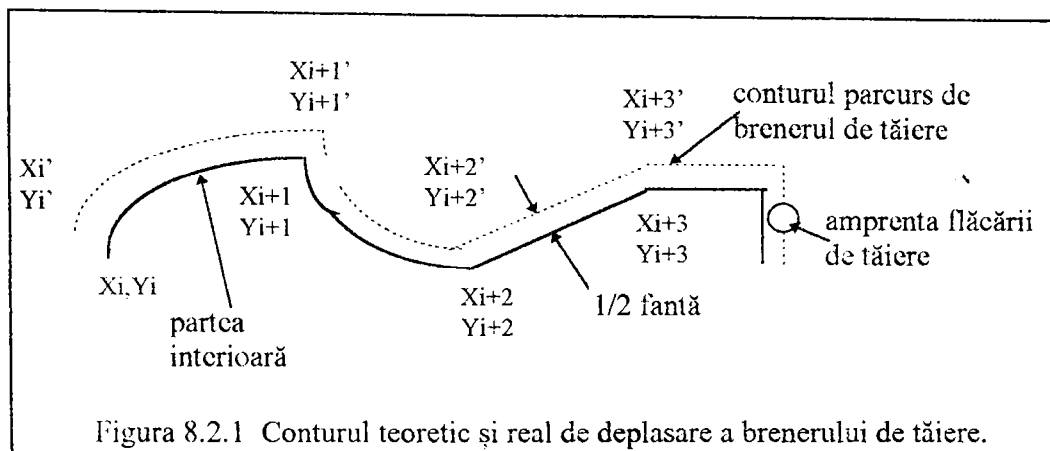
Motoarele pas cu pas , din clasă medie pot efectua sute de pași pe secundă. Rezultă că timpul pentru realizarea unui pas este de milisecunde , timp în care sistemul de calcul trebuie să facă prelucrările necesare.

Este necesar ca sistemul de calcul să dispună de un microprocesor cu viteză mai mare de 2 Mhz .Fiecare reper ce se debitează prin tăiere termică este delimitat de semifabricat prin intermediul unei fante rezultată în urma tăierii .

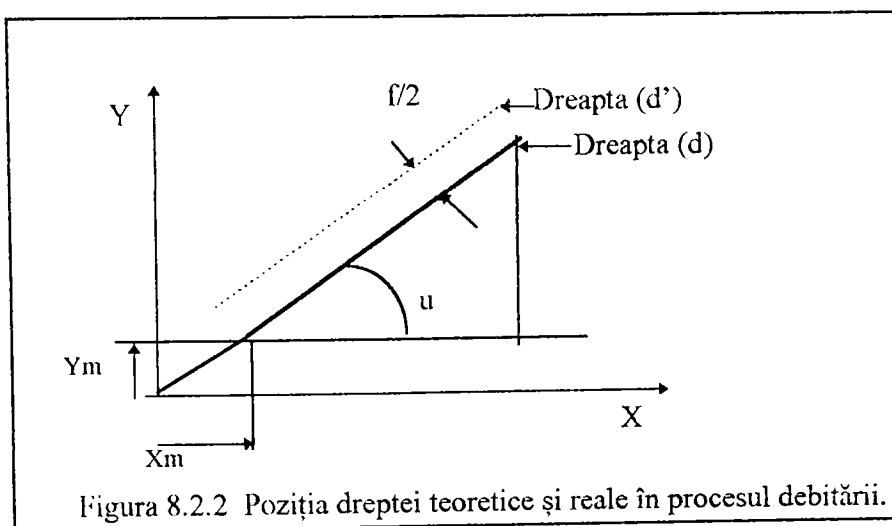
Conturul real pe care se mișcă brenerul de tăiere este dispus cu o distanță de $1/2$ din fantă față de conturul real al reperului .

Astfel , datele finale transmise motoarelor , nu pot să fie indentice cu datele primare ale conturului reperului de debitat, fiind necesară calcularea noilor vârfuri , cât și reconsiderarea funcțiilor ce definesc noile grafice .

Pentru simplificare se va considera conturul realizat din drepte și arce de cerc ca în figura 8.2.1.



Din figura 8.2.1 se observă modul în care se modifică cordonatele vîrfurilor datorită fantei de tăiere care îngreunează calculul noilor vîrfuri. Valorile $X_i', Y_i' \dots X_{i+3}', Y_{i+3}'$ sunt cordonatele punctelor de intersecție a funcțiilor $F(x_i, y_i)$ și $F(x_{i+3}, y_{i+3})$. Pentru simplificarea sistemului de referință va fi dat de două laturi ale instalației de debitat. Alegerea sistemului de referință este arbitrară și tot arbitrară este poziția așezării reperului față de sistemul de referință. Se recomandă ca așezarea reperului să se facă în cadranul I pentru a simplifica prelucrarea datelor cât și introducerea cordonatelor vîrfurilor. Se va analiza cazul simplificat a unui contur realizat dintr-o dreaptă și un cerc.



Analizând dreapta din figura 8.2.2 se poate deduce funcția ce definește această dreaptă.

$$p \cos(u) = X \quad (1)$$

$$p \sin(u) = Y \quad (2)$$

$$p \cos(u) \cos(u) = X \cos(u) \quad (3)$$

$$p \sin(u) \sin(u) = Y \sin(u) \quad (4)$$

$$p = X \cos(u) + Y \sin(u) \quad (5)$$

exprimarea analitică sub formă normală a dreptei suport.

p = înălțimea origini față de dreapta (d)

u = unghiul dintre dreapta (d) și axa X

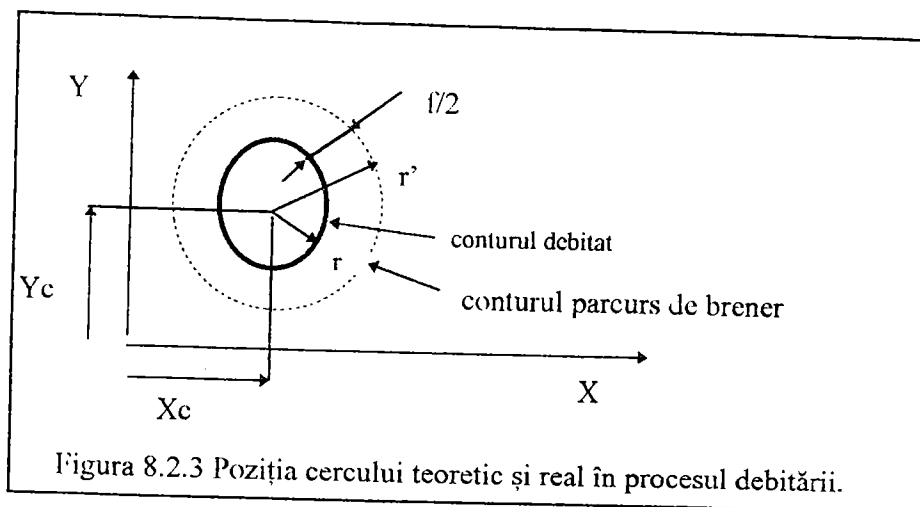


Figura 8.2.3 Poziția cercului teoretic și real în procesul debitării.

Pentru a obține o nouă dreaptă (d') paralelă cu dreapta (d) se va modifica valoarea lui p cu $1/2f$ (f = mărimea fantei de tăiere).

Analizând figura 8.2.3 se poate scrie analitic funcția normală pentru exprimarea cercului astfel:

$$X=X_c+r \cos(u) \quad (6)$$

$$Y=Y_c+r \sin(u) \quad (7)$$

Pentru cercul pe care se deplasează brenerul de tăiere , se observă că are același centru dar raza $=r'$. Raza r' este dată de relațiile (8) ,(9) .

$$r' = r + l/2 \quad (8)$$

$$r' = r - l/2 \quad (9)$$

Semnul + sau - se atribuie funcție de conturul ce trebuie realizat , dacă conturul este exterior se va folosi semnul + dacă conturul este interior se va folosi semnul - . Toate unghiurile sunt măsurate de la axa X în sens trigonometric. Introduecerea cordonatelor vârfurilor conturului se face parcurgând conturul în sensul ales de utilizator, iar vârful de început este ales tot de către utilizator . Pornind de la faptul că proiectarea reperului este mai comodă dacă se dau numai cordonatele vârfurilor fără indicarea centrelor arcurilor, s-a conceput programul astfel ca aceste centre să se calculeze automat, dacă operatorul va indica conform figurii 8.2.4 , care arc delimitează conturul . Prin două puncte A, B se pot duce 4 arce cu raza R , având situate cele două centre în D1 respectiv D2 , astfel este necesar să se indice care arc se va folosi .

Dacă se indică o cifră 1 , 2 , 3 , 4 se poate alege fără echivoc care este arcul ce trece prin punctele A și B .

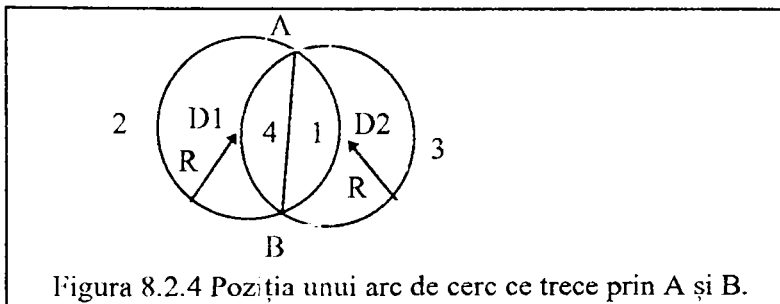


Figura 8.2.4 Poziția unui arc de cerc ce trece prin A și B.

8.3 PROGRAMUL PRINCIPAL

Programul scris în limbajul BASIC, este compus din mai multe subrutine ce permit memorarea datelor primare, prelucrarea acestor date ,determinarea noilor vârfuri în funcție de mărimea fantei de tăiere și calculul datelor ce vor fi folosite pentru comanda motoarelor pas cu pas.

8.4 SUBRUTINA DATE INTRARE

```
10 PRINT "Cate laturi (k) sunt ?": INPUT k
```

Se dă numărul de laturi ce compun conturul reperului, se alocă spațiu pentru memorarea datelor primare ce descriu coordonatele vârfurilor cât și tipul de grafic ce descrie conturul dintre două vârfuri consecutive.

```
20 DIM R(k+1): DIM d(k+1): DIM a(k+1): DIM b(k+1): DIM c(k+1,2)
```

```
21 DIM e(k+1,2): DIM h(k+1,2): DIM p(k+1,2): DIM f(k+1)
```

```
22 DIM x(k+1): DIM y(k+1): DIM n(k+1): DIM m(k+1)
```

```
23 DIM p1(k+1): DIM u(k+1)
```

```
25 FOR i=1 TO k: CLS : PRINT "i=";i: PRINT "x(";i;")=?"
```

```
27 INPUT x(i): CLS : PRINT "i=";i: PRINT "x(";i;")=";x(i)
```

```
28 PRINT "y(";i;")=?": INPUT y(i): CLS :
```

```
PRINT "Ce este f(";i;")?"
```

Descrierea tipului de latură a conturului , între vârful i și vârful i+1.

```
30 PRINT "Daca este dreapta , apasa 1"
32 PRINT "Daca este cerc, apasa 2": PRINT
34 PRINT "Alege f(";i;")=?": INPUT f(i)
```

Parcurgerea unuia sau altuia dintre subrutine, în funcție de tipul laturei .

```
35 IF i<>1 THEN GO TO 40
36 LET x(k+1)=x(1): LET y(k+1)=y(1): LET f(k+1)=f(1)
40 IF f(i)=1 THEN GO TO 190
50 IF f(i)<>2 THEN GO TO 70
```

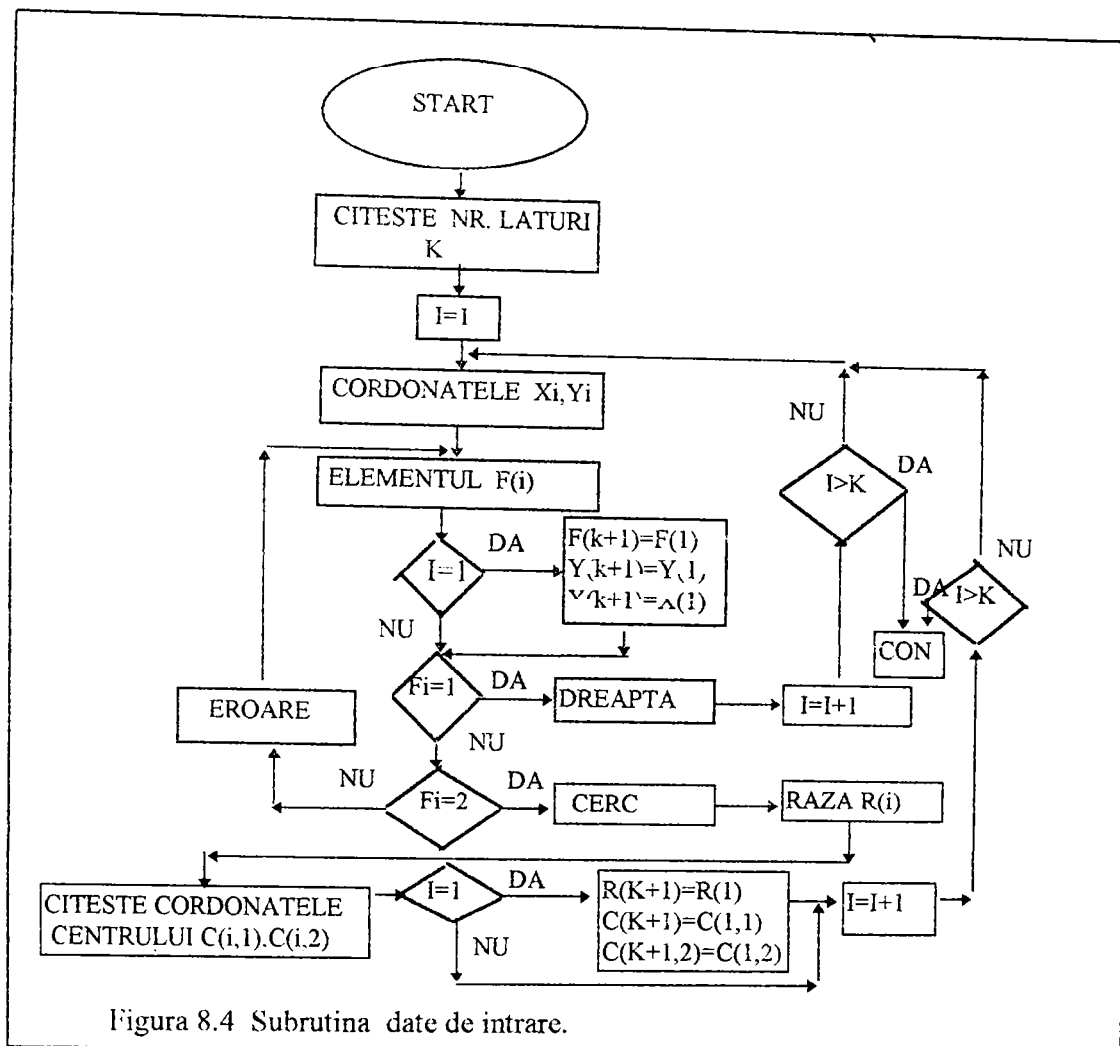
Citirea datelor pentru descrierea laturei de tip cerc

```
55 CLS : PRINT "Raza cercului R(";i;")=?":INPUT R(i): CLS
56 PRINT "Centrul cercului"
57 PRINT "NOTA daca nu se cunosc coordonatele centrului"
59 PRINT " se dau valori arbitrare": PRINT "c(";i;","1)=?"
60 INPUT c(i,1): CLS : PRINT "Centrul cercului"
61 PRINT "c(";i;","1)="?";c(i,1): PRINT "c(";i;","2)=?"
62 INPUT c(i,2): CLS
65 IF i<>1 THEN GO TO 190
66 LET R(k+1)=R(1): LET c(k+1,1)=c(1,1): LET C(k+1,2)=c(1,2):
GO TO 190
```

70 PRINT "EROARE ALEGERE":GO TO 34

190 NEXT i: LET x(k+1)=x(1): LET y(k+1)=y(1): GO TO 500

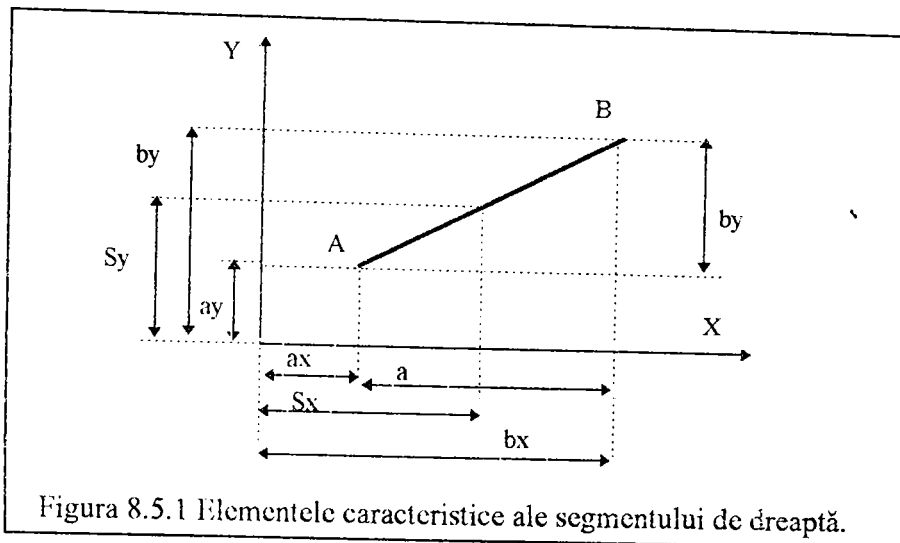
În figura 8.4 se prezintă schema logică pentru subrutina DATE DE INTRARE



8.5 SEGMENT DE DREAPTĂ

Un segment de dreaptă poate ocupa diferite poziții în raport cu axele X , Y ; în

figura8.5.1 se prezintă poziția generală cu elementele caracteristice a,b,Sx,Sy .



Pozițiile segmentului de dreaptă și parcurgerea acestui segment sunt prezentate în figurile (8.5.1....8.5.9).

În funcție de poziționarea segmentului ,se determină elementele caracteristice (a), (b), (Sx), (Sy) date de relațiile (10...13).

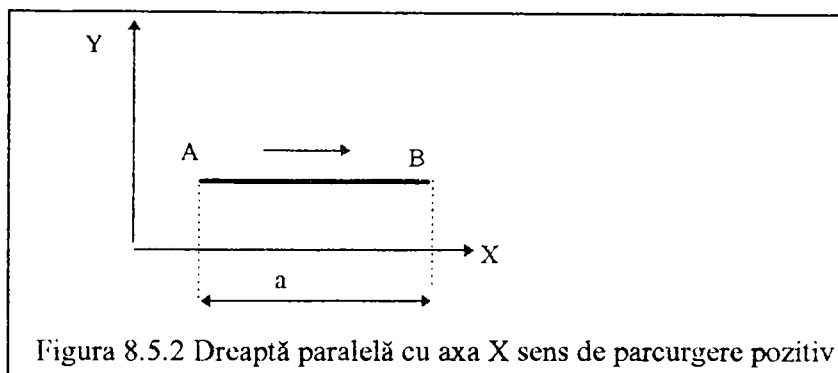
$$S_x = (a_x + b_x) / 2 \text{ cordonata } X \text{ a mijlocului segmentului } AB \quad (10)$$

$$S_y = (a_y + b_y) / 2 \text{ cordonata } Y \text{ a mijlocului segmentului } AB \quad (11)$$

$$b = b_y - a_y \text{ proiecția segmentului } AB \text{ pe axa } Y \quad (12)$$

$$a = b_x - a_x \text{ proiecția segmentului } AB \text{ pe axa } X \quad (13)$$

Cazul I. Dreaptă paralelă cu axa X sens de parcurgere pozitiv figura 8.5.2.



Analizând segmentul de dreaptă AB rezultă $b=by-ay=0$ $a=bx-ax$ $a>0$.

Cazul I

$b=0$
$a>0$

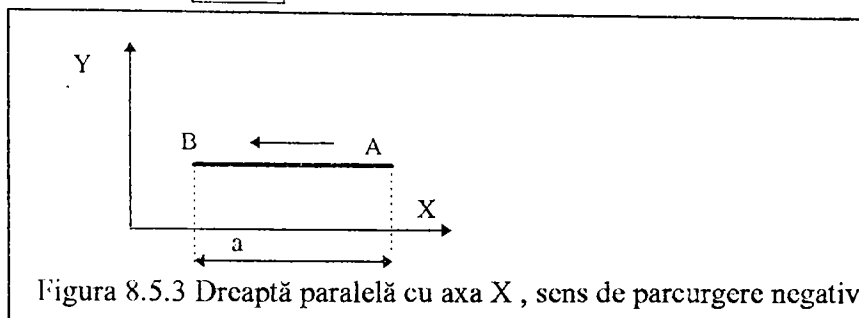
Cazul II Dreaptă paralelă cu axa X, sens de parcurgere negativ, Figura (8.5.3).

Analizând segmentul de dreaptă AB rezultă

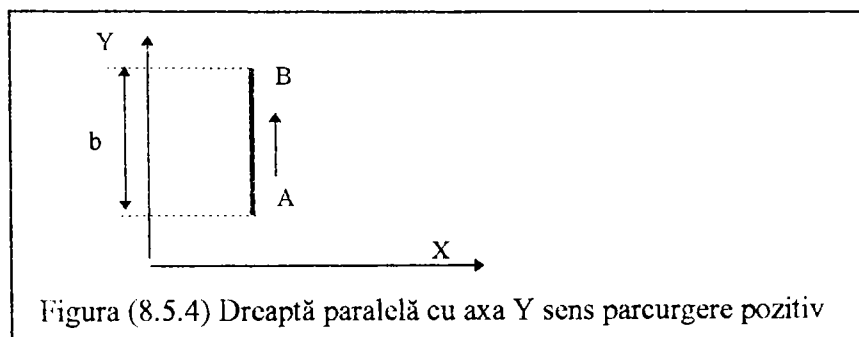
$$b=by-ay=0 \quad a=bx-by \quad a<0$$

Caz II

$b=0$
$a<0$



Cazul III Dreaptă paralelă cu axa Y sens parcurgere pozitiv, figura 8.5.4.



Analizând segmentul de dreaptă AB rezultă;

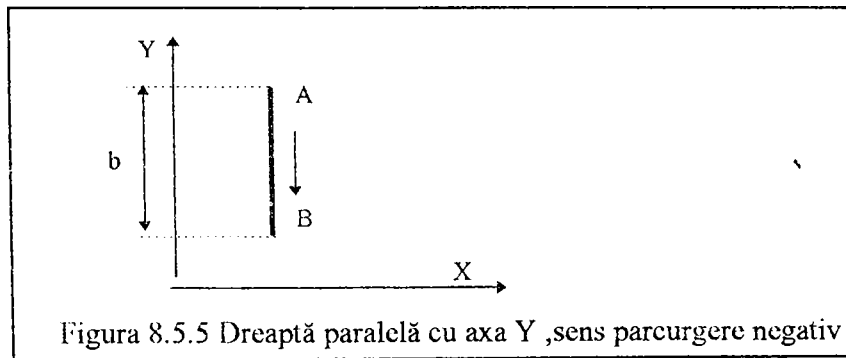
$$b=by-ay$$

$$a=bx-ax$$

Cazul III

$a=0$
$b>0$

Cazul IV Dreaptă paralelă cu axa Y ,sens parcurgere negativ figura 8.5.5.



Analizând segmentul AB din Figura 8.5.5 rezultă:

$$b=by-ay$$

$$a=bx-ax$$

Cazul IV

$a=0$
$b<0$

Cazul V Dreaptă înclinată , figura 8.5.6.

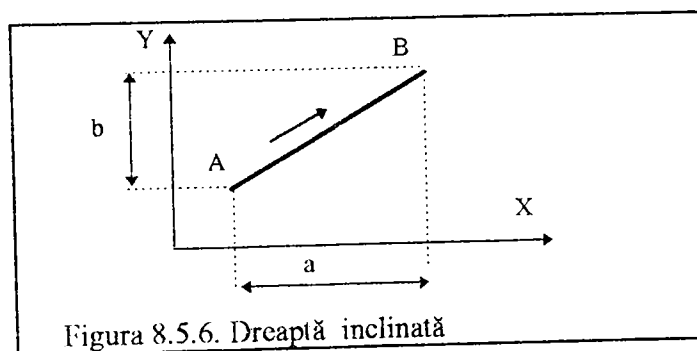
Analizând segmentul de dreaptă AB din figura 8.5.6, rezultă:

$$b=by-ay$$

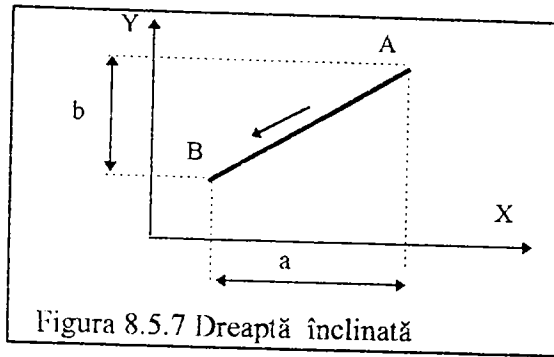
$$a=bx-ax$$

Czul V

$b>0$
$a>0$



Cazul VI Dreaptă înclinată



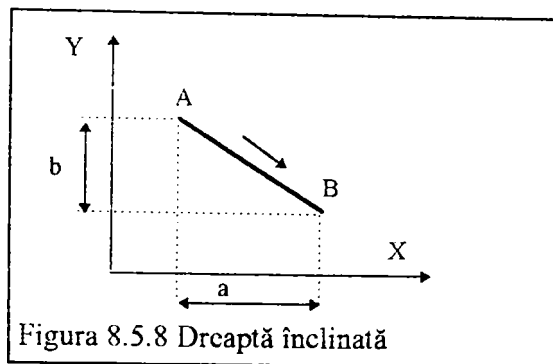
Analizând segmentul de dreaptă AB din figura 8.5.7, rezultă

$$b = by - aya - bx - ax$$

Cazul VI

$a < 0$ $b < 0$

Cazul VII Dreaptă înclinată, figura 8.5.8.



Analizând segmentul AB din figura 8.5.8 rezultă :

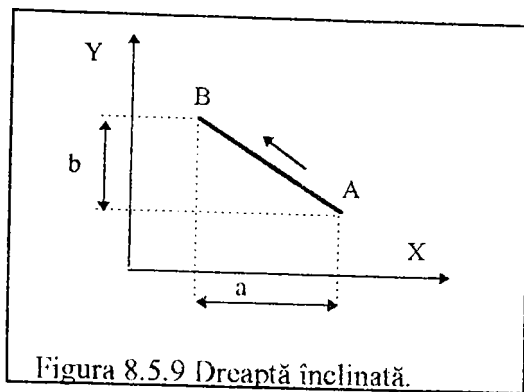
$$b = by = ay$$

$$a = bx - ax$$

Cazul VII

$a > 0$ $b < 0$

Cazul VIII Dreaptă înclinată.



Analizând segmentul de dreaptă AB din figura 8.5.9, rezultă :

$$b = by - ay$$

$$a = bx - ax$$

Cazul VIII

$a < 0$
$b > 0$

În prima fază , se consideră că fanta de tăiere este egală cu 0 , sau mai mică decât precizia de debitare, astfel încât conturul de deplasare al sistemului de tăiere (debitare) este indentic cu conturul real și teoretic al reperului de debitat.

În figura 8.5.10 se prezintă schema logică pentru determinarea celor opt cazuri de orientare a segmentului de dreaptă AB și reluarea acestui algoritm pentru fiecare segment de dreaptă ce delimitează conturului reperului.

Transpunerea schemei logice în limbaj se realizează pentru fiecare caz în parte , astfel :

```
195 LET x(k+1)=x(1): LET y(k+1)=y(1):
```

se realizează închiderea conturului prin indentificarea ultimului punct cu primul punct al conturului.

```
200 for i=1 to k
```

ciclul de parcurgere a celor (k) segmente de dreaptă.

205 $a=x(i+1)-x(i)$; $b=y(i+1)-y(i)$

calculul celor două elemente (a),(b) ale segmentului general AB.

Determinarea celor opt cazuri de poziționare a segmentului general AB.

207 if a=0 then goto 300

210 if b=0 then goto 500

220 if a>0 then goto 700

230 if b>0 then goto 900

Cazul $a<0$ $b<0$

240 if -a<.1 then goto 1000

245 if -b<.1 then goto 1000

250 m1:=0:m2:=0:m3:=0

Determinarea de pași pentru deplasarea pe direcția X

255 for i5=1 to -a/.1

260 b2:=b i5 .1/a

265 m1:=int (b2/.1)

270 m2:=m3+m2

275 m3:=m1-m2

280 print "motor --y=",m3," -x=1"

282 m6:=1:sx=1:sy=1

Calculul numărului de pași pentru deplasarea pe cele două axe X Y.

Apelarea subrutinei pentru pregătirea datelor ce se transmit la portul paralel pentru comanda interfeței motoarelor pas cu pas.

284 gosub 1200

290 next i5

295 goto 1000

Cazul a=0 , b<0

300 if b>0 then goto 400

310 if -b<.1 then goto 1000

320 m1=0:m2=0:m3=0

330 m3=int (-b/.1)

350 print "motor ---y =",m3,"x=0"

355 sx=0:sy=1

357 gosub 1800

370 goto 1000

Cazul a=0 b>0

400 if b<.1 then goto 1000

410 m1=0:m2=0:m3=0

420 m3=int (b/.1)

430 print "motor ++y =",m3,"x=0"

435 sx=0:sy=0

437 gosub 1800

440 goto 1000

Cazul a>0 b=0

500 if a<0 then goto 600

510 if a<.1 then goto 1000

520 m1=0:m2=0:m3=0

```
525 m4:=int(a/.1)
540 print "motor y=0","motor +x=",m4
550 sx=0:sy=0
557 gosub 1700
560 goto 1000
```

Cazul a<0 b=0

```
600 if -a<.1 then goto 1000
610 m1:=0:m2:=0:m3:=0
620 m4:=int (-a/.1)
630 print "motor y=0","motor -x=",m4
635 sx :=1:sy:=0
637 gosub 1700
640 goto 1000
```

Cazul a>0 b<0

```
700 if b>0 then goto 800
705 print "a>0 b<0"
710 if a<.1 then goto 765
720 m1:=0:m2:=0:m3:=0
725 for i1=1 to a/.1
730 b2:=-b i1 .1/a
735 m1:=int(b2/.1)
740 m2:=m3+m2
745 m3:=m1-m2
```

```
747 print "motor y negativ=" ,m3,"motor x=1"
750 m6=1:sx=0:sy=1
752 gosub 1200
755 next i1
760 goto 790
765 a=0
770 if -b<.1 then goto 790
775 m1=-b/.1
780 m3=m1:print "motor -y=" ,m3,"motor x=0"
785 m6=0:sx=0:sy=1
787 gosub 1200
790 goto 1000
```

Cazul a>0 b>0

```
800 if a<=.1 then goto 880
820 m1=0:m2=0:m3=0
830 for i2=1 to a/.1
840 b2=b i2 .1/a
850 m1=int (b2/.1)
860 m2=m3+m2
870 m3=m1-m2:print "motor +y=" ,m3,"motor x=+1"
872 m6=1:sx=0:sy=0
874 gosub 1200
875 next i2
```

```
878 goto 886
880 a=0
882 if b<=.1 goto 886
884 m1 =b/.1:m3=m1:print "motor +y=",m3,"motor x=0"
885 m6=0:sx=0:sy=0:gosub 1200
886 goto 1000
```

Cazul a<0 b>0

```
900 if -a<.1 then goto 1000
910 if b<.1 then goto 1000
920 m1=0:m2=0:m3=0
930 for i4=1 to -a/.1
935 b2=b i4 .1/(-a)
940 m1=int (b2/.1)
945 m2=m3+m2
950 m3=m1-m2
955 print "motor +y=",m3," x=-1"
957 m6=1:sx=1:sy=0
958 gosub 1200
960 next i4
970 goto 1000
```

Pentru a se comanda motoarele pas cu pas , este necesar să se determine în funcție de cele două variabile m3, m4 , variabila v6.

Variabila m3 indică deplasarea pentru motorul pas cu pas de pe direcția Y.

Variabila m_4 indică deplasarea motorului pas cu pas de pe direcția X.

În cazul că atât m_3 , cât și m_4 , sunt diferite de zero, se va apela subrutina 1200

În cazul că m_3 este diferit de 0, iar $m_4=0$, se apelează subrutina 1800.

În cazul că $m_3=0$, iar m_4 diferit de 0, se apelează subrutina 1700.

Subrutina 1200

1200 a6=inp (889)

1205 if a6>127 then goto 1200

1210 if m6=0 then : if m3=0 then goto 1560

1410 if m3=0 then :mx=1:my=0:v6=8 sx+4 mx+2 sy+my: v6=255-v6:gosub 1450

:goto 1560

1420 for i6=1 to m3

1430 if i6=1 then goto 1442

1440 mx=0:my=1 :goto 1445

1442 mx=1:my=1:goto 1445

1445 v6=8 sx+4 mx+2 sy+my :v6=255-v6

1447 gosub 1450

1550 next i6

1560 return

Subrutina 1700.

1700 a6=inp (889)

1710 if a6>127 then goto 1700"

1730 for i7=1 to m4

1740 mx=1:my=0

```
1750 v6:=8 sx+4 mx+2 sy+my:v6:=255-v6
```

```
1760 gosub 1450
```

```
1770 next i7
```

```
1780 return
```

Subrutina1800.

```
1800 a6=inp (889)
```

```
1810 if a6>127 then goto 1800"
```

```
1820 for i8=1 to m3
```

```
1825 mx :=0:my:=1
```

```
1830 v6:= 8 sx+4 mx+2 sy+my:v6:=255-v6
```

```
1840 gosub 1450
```

```
1850 next i8
```

```
1860 return
```

Datele prelucrate de surutinele 1200 ,1700, 1800 sunt transmise , la interfața de comandă a motoarelor pas cu pas , prin intermediul subrutinei 1450.

Subrutina 1450.

```
1450 out (888),v6      Transmisia cuvîntului de comandă
```

```
1460 out (890),0
```

```
1470 for i10=1 to 11
```

```
1480 next i10
```

```
1490 out (890),1
```

```
1500 for i11=1 to t2  Buclă de așteptare dacă viteza de transmitere a datelor spre  
motoarele pas cu pas nu poate fi în concordanță cu tactul calculatorului.
```

```

1510 next i11
1520 out (890),0
1530 for i10 =1 to t1
1535 next i10
v6=15
out (888),v6
for k=1 to 20
next k
1540 return

```

Cuvîntul de comandă v se determină cu relația (14).

$$v6=8 \text{ sx}+4 \text{ mx}+2 \text{ sy}+\text{my} \quad (14)$$

$\text{mx}=1$ motorul pe X se deplasează un pas.

$\text{mx}=0$ motorul pe X nu-și modifică poziția.

$\text{sx}=0$ motorul pe X se deplasează în sensul pozitiv al axei X

$\text{sx}=1$ motorul pe X se deplasează în sensul negativ al axei X

$\text{my}=1$ motorul pe Y se deplasează un pas.

$\text{my}=0$ motorul pe Y nu-și modifică poziția.

$\text{sy}=0$ motorul pe Y se deplasează în sensul pozitiv al axei Y

$\text{sy}=1$ motorul pe Y se deplasează în sensul negativ al axei Y

Se realizează parcurgerca celor (I) segmente de dreaptă ale conturului.

```

1000 next I

```

STOP.

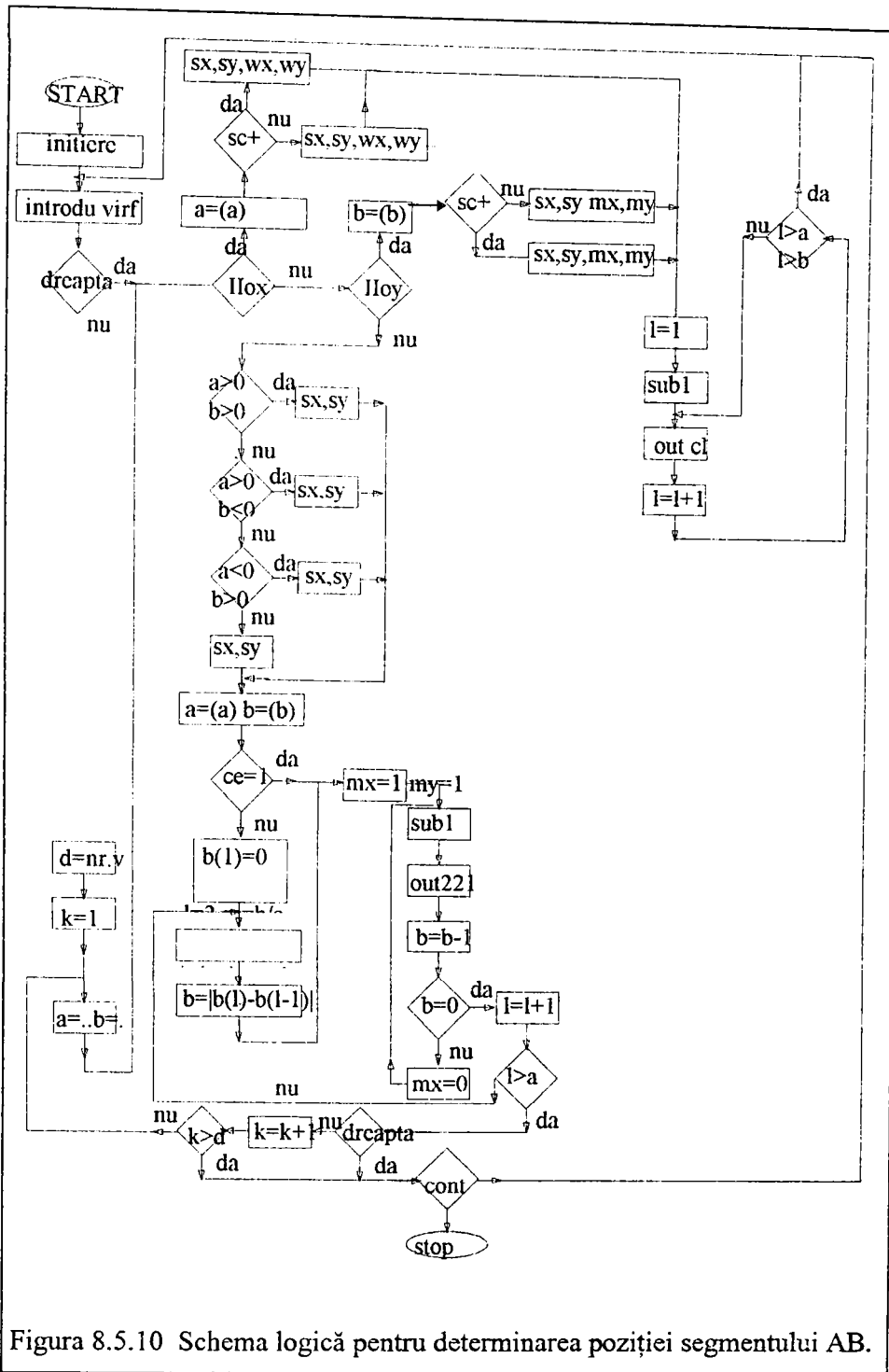


Figura 8.5.10 Schema logică pentru determinarea poziției segmentului AB.

8.6 SUBRUTINA ARC DE CERC.

Arcele de cerc ce intră în compunerea conturului se declară prin cele 2 puncte ce delimitează arcul, poziția centrului de greutate și raza cercului din care face parte arcul luat în calcul.

Dacă centrul cercului nu este indicat de utilizator, este necesară determinarea cordonatelor c_x, c_y ale centrului cercului.

Pentru determinarea acestor cordonate c_x, c_y , conform figurii 8.6 se aplică relațiile (15,...,21).

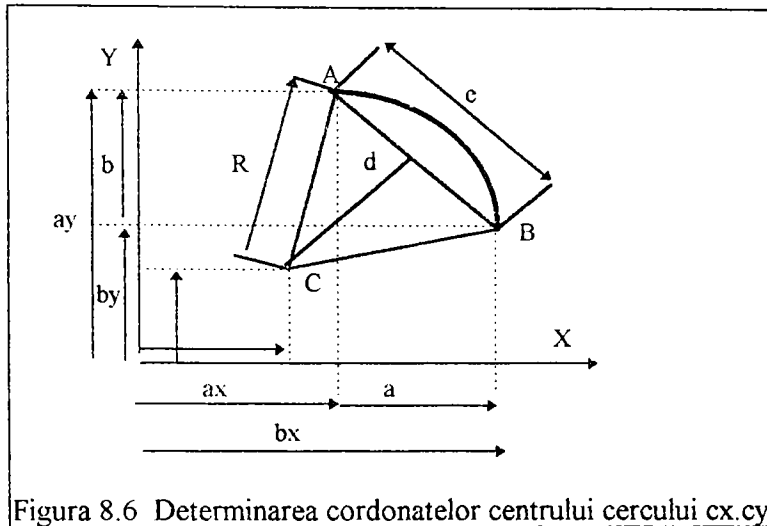


Figura 8.6 Determinarea cordonatelor centrului cercului c_x, c_y .

$$a = bx - ax \quad (15)$$

$$b = by - ay \quad (16)$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (17)$$

$$d = \sqrt{R^2 - (c/2)^2} \quad (18)$$

$$g = \text{ATAN}(b/a) \quad (19)$$

$$c_x = (ax + bx)/2 + d \cos(g + \pi/2) \quad (20)$$

$$cy=(ay+by)/2+d \sin (g+\pi/2) \quad (21)$$

Unghiul g se măsoară între axa X dreapta AB cu vârful în A .

sensul de măsurare este sensul pozitiv trigonometric (orar).

Pentru determinarea coordonatelor centrului cercului se apelează subrutina CENTRU1.

8.7 SUBRUTINA CENTRU1.

```

1510 LET R=R(i): LET a=x(i+1)-x(i): LET b=y(i+1)-y(i): LET c=a
a+b b: LET c=SQR c: LET de=ABS (R R-(c/2) (c/2)): LET de=SQR de:
LET cx=(x(i)+x(i+1))/2: LET cy=(y(i)+y(i+1))/2
1515 POKE 65047,INT (R/256): POKE 65046,(R-(INT (R/256)) 256
1520 GO SUB 200
1530 LET g1=g: LET g2=g+PI: LET ox1=cx+de COS (g1+PI/2):
LET oy1=cy+de SIN (g1+PI/2): LET ox2=cx+de COS (g2+PI/2)
: LET oy2=cy+de SIN (g2+PI/2)

```

Pentru determinarea mărimii unghiului g se apelează subrutina UNGHI1.

8.8 SUBRUTINA UNGHI1.

```

200 IF a=0 THEN GO TO 280
210 LET g=ATN (b/a)
220 IF a>=0 AND b>=0 THEN GO TO 320
230 IF a<0 AND b>=0 OR a<0 AND b<0 THEN GO TO 260
240 LET g=2 PI-ABS g

```

```

250 GO TO 320
260 LET g=PI+g
270 GO TO 320
280 IF b>=0 THEN GO TO 310
290 LET g=-PI/2
300 GO TO 320
310 LET g=PI/2
320 RETURN

```

8.9 DEDUCEREA NOULUI CONTUR PENTRU FANTA DIFERITĂ DE ZERO

În majoritatea cazurilor , este necesar să se debiteze folosind procedee care crează o fantă de tăiere cu o lățime ce nu poate fi neglijată. Pentru deducerea noului contur pe care se va deplasa brencrul de tăiere , este necesar să se calculeze pozițiile ocupate de elementele translate ale conturului teoretic. Funcție de tipul de element ce formează conturul și funcție de poziția acestuia , se aplică diferitele subrutine prezentate în continuare.

DREAPTĂ PARALELĂ CU AXA Y.

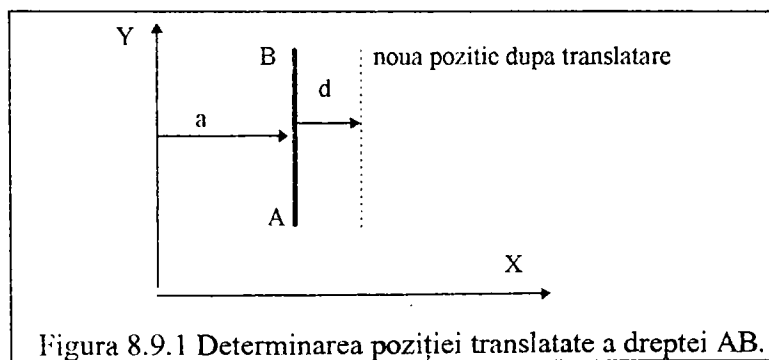


Figura 8.9.1 Determinarea poziției translate a dreptei AB.

În figura 8.9.1 dreapta AB este translateată cu distanța d , obținându-se noua poziție , cu ecuația dreptei dată de relația (23)

Dreapta AB $X=a$ (22)

Dreapta AB traslatată $X=a+d$ sau $X=a-d$ (23)

în funcție de sensul de traslare impus de felul conturului exterior sau interior .

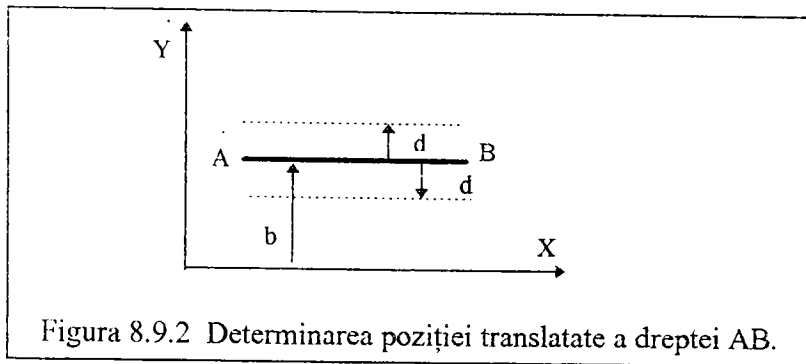
DREAPTĂ PARALELĂ CU AXA X.

În acest caz , traslatarea dreptei AB se efectuează modificând cordonata Y cu +sau - d

Ecuajia dreptei AB inițială este $Y=b$ (24)

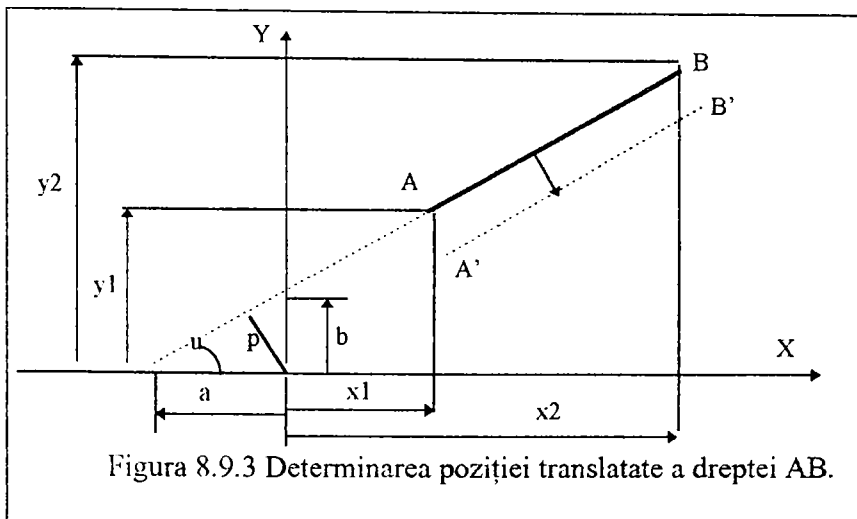
Ecuajia dreptei după traslare este $Y=b+d$ sau $Y=b-d$ (25)

În figura 8.9.2 se prezintă dreapta AB în poziția inițială și după traslare.



DREAPTĂ ÎNCLINATĂ.

În acest caz dreapta AB intersectează axele X și Y ca în figura 8.9.3 .



Deducerea poziției dreptei ΔB , se poate efectua prin calculul tăieturilor a, b cu axele X și Y .

$$a = (x_1 y_2 - x_2 y_1) / (y_2 - y_1) \quad (26)$$

$$b = (x_2 y_1 - x_1 y_2) / (x_2 - x_1) \quad (27)$$

Ecuația dreptei devine:

$$x/a + y/b = 1 \quad (28)$$

În funcție de valorile a și b , dreapta ΔB poate lua patru poziții, iar unghiul u se determină cu relațiile (29...32).

$$a > 0 \quad b > 0 \quad u = \arctg(a/b) \quad (29)$$

$$a > 0 \quad b < 0 \quad u = \arctg(a/b) + 2\pi \quad (30)$$

$$a < 0 \quad b > 0 \quad u = \arctg(a/b) + \pi \quad (31)$$

$$a < 0 \quad b < 0 \quad u = \arctg(a/b) - \pi \quad (32)$$

Distanța p , de la dreapta ΔB la originea sistemului, se determină cu relația (33).

$$p = a \cos(u) \quad (33)$$

Ecuația dreptei ΔB devine

$$x \cos(u) + y \sin(u) = p \quad (34)$$

Ecuația dreptei translatață $A'B'$ devine,

$$x \cos(u) + y \sin(u) = p + d \quad (35)$$

Semnul translătării d este în funcție de sensul de parcurgere al segmentului AB și se alege conform figuri 8.9.4.

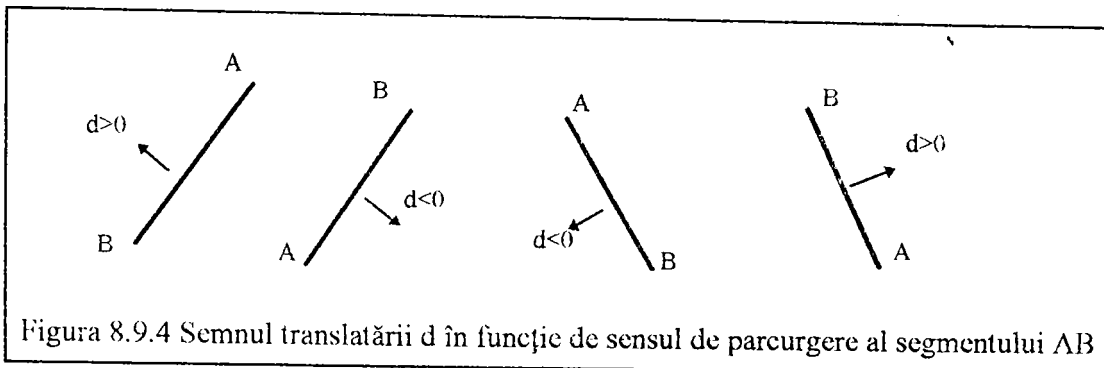


Figura 8.9.4 Semnul translătării d în funcție de sensul de parcurgere al segmentului AB

După deducerea ecuațiilor dreptelor translătate , se efectuează deducerea noilor coordonate ale vârfurilor conturului translatat , folosind relațiile (36,...,39) deduse conform figurii 8.9.5.

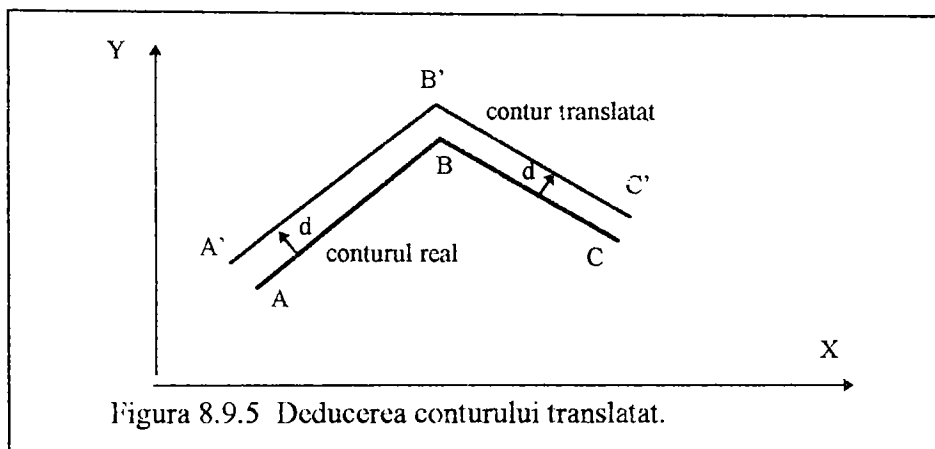


Figura 8.9.5 Deducerea conturului translatat.

Dreapta AB are ecuația

$$x \cos(u_1) + y \sin(u_1) = p_1 \quad (36)$$

Dreapta A'B' are ecuația

$$x \cos(u_1) + y \sin(u_1) = p_1 + d \quad (37)$$

Dreapta BC are ecuația

$$x \cos(u_2) + y \sin(u_2) = p_2 \quad (38)$$

Dreapta BC are ecuația

$$x \cos(u_2) + y \sin(u_2) = p_2 + d \quad (39)$$

Punctul B' rezultat în urma intersecției dreptelor A'B' și B'C', are coordonatele x și y deduse prin egalarea acestor coordonate exprimate atât de relația (40), cât și de relația (41).

$$x = (p_1 + d) / \cos(u_1) - y \sin(u_1) / \cos(u_1) \quad (40)$$

$$x = (p_2 + d) / \cos(u_2) - y \sin(u_2) / \cos(u_2) \quad (41)$$

$$(p_1 + d) / \cos(u_1) - y \sin(u_1) / \cos(u_1) = (p_2 + d) / \cos(u_2) - y \sin(u_2) / \cos(u_2)$$

$$(p_1 + d) / \cos(u_1) - (p_2 + d) / \cos(u_2) = y (\sin(u_1) / \cos(u_1) - \sin(u_2) / \cos(u_2))$$

$$y = ((p_1 + d) / \cos(u_1) - (p_2 + d) / \cos(u_2)) / (\sin(u_1) / \cos(u_1) - \sin(u_2) / \cos(u_2)) \quad (42)$$

$$x = (p_1 + d) / \cos(u_1) - ((p_1 + d) / \cos(u_1) - (p_2 + d) / \cos(u_2)) / (\tan(u_1) - \tan(u_2)) \quad (43)$$

În figura 8.9.6 se prezintă schema logică pentru determinarea pantei m (I) a tăieturii n (I), introducerea fantei de debitare, cât și poziția acelei fante față de contur.

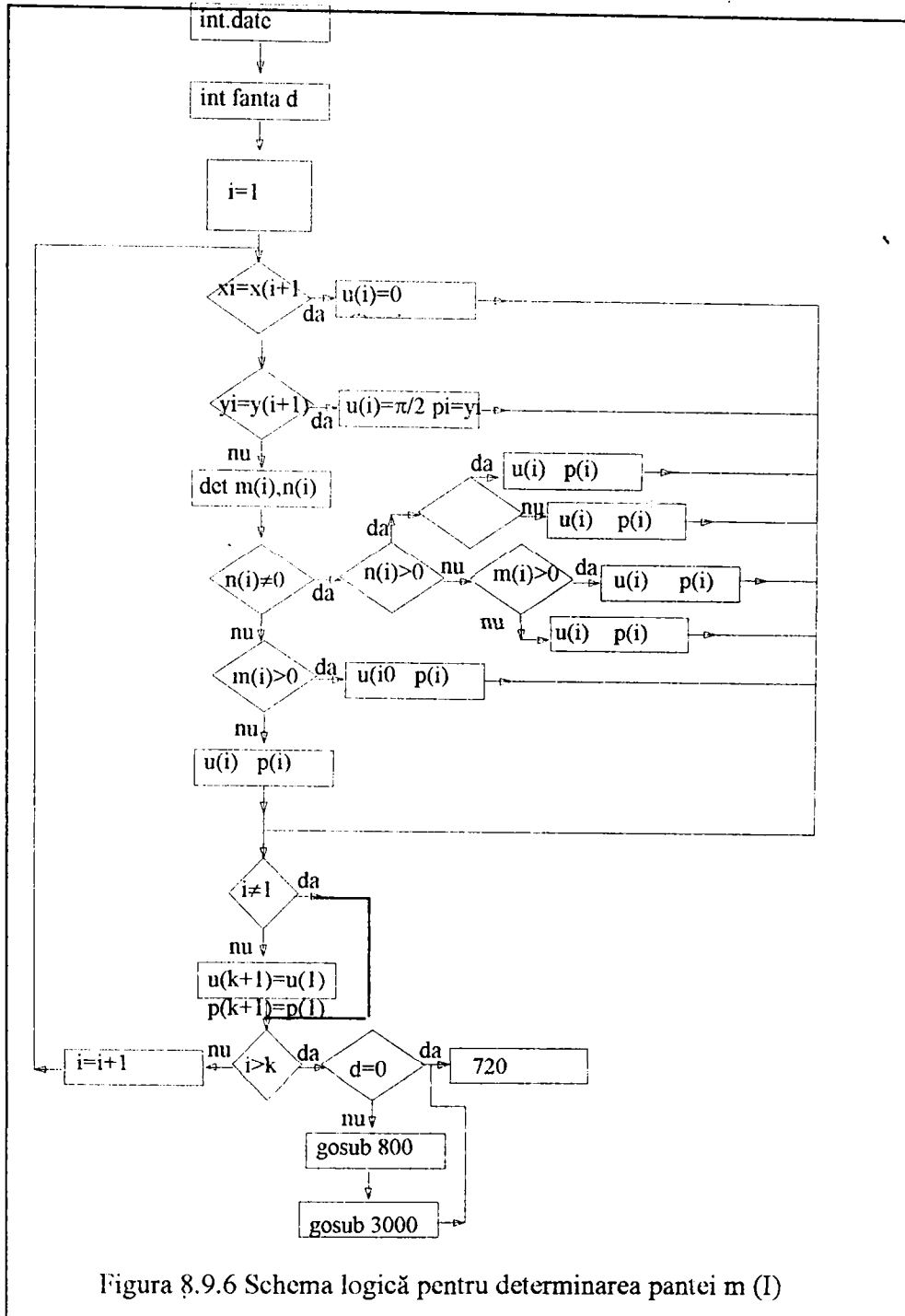
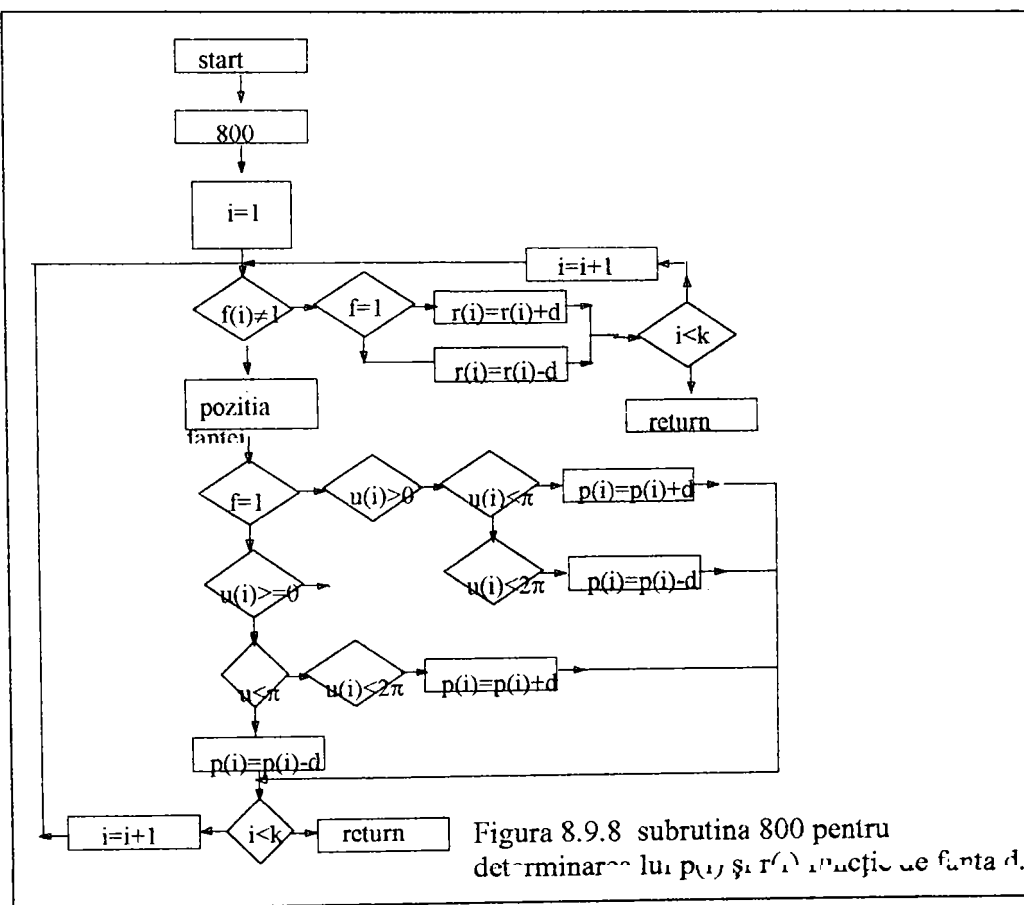
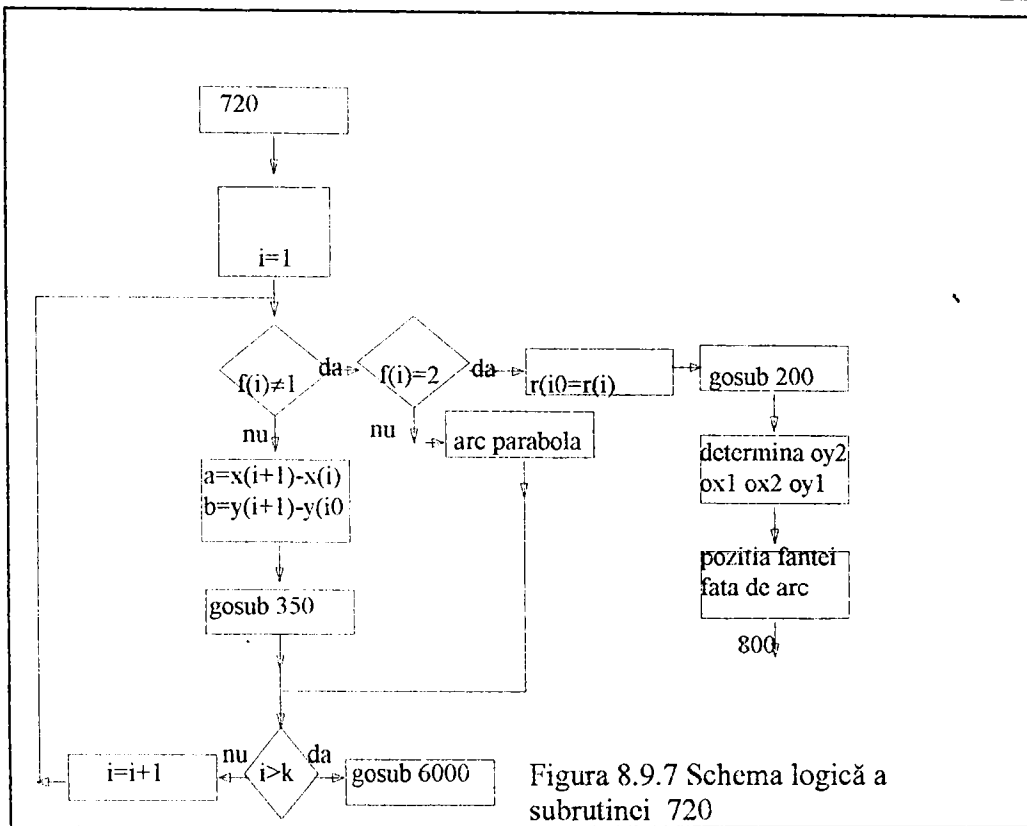


Figura 8.9.6 Schema logică pentru determinarea pantei m (I)

În figura 8.9.7 este prezentată schema logică a subrutinei 720.



În Figura 8.9.8 se prezintă subrutina 800 pentru determinarea lui $p(i)$ și $r(i)$, funcție de fanta d .

8.10 CONCLUZII.

Pentru a se utiliza aceste subrutine s-a efectuat programul principal ce include toate subrutinele inclusiv subrutinele în cod mașină pentru comanda motoarelor pas cu pas. În Anexa2 este prezentat programul principal. Acest program a fost testat pe calculatoarele de tip XT 8086 și AT 386,486.

Pentru a se elimina erorile de programare, s-au realizat diferite contururi de debitare ce au inclus elemente de tip :

segment de dreaptă paralel cu axele X Y

segment de dreaptă înclinat

arc de cerc

cerc interior sau exterior.

Pentru ca datele de ieșire ale programului principal să devină date de execuție, s-a realizat un model funcțional la scara 1:10.

Acest model funcțional este prezentat în capitolul **Realizarea modelului funcțional.**

REALIZAREA MODELUL FUNCȚIONAL AL MAȘINII DE DEBITAT ÎN CORDONATE X Y

Pentru a pune în valoare cercetările efectuate în domeniul tehnologiei de debitare a pieselor metalice din tablă pentru construcții metalice ,cât și îmbunătățirile ce pot fi aduse tehnologiilor existente , este necesar să se realizeze la o anumită scară un model de mașină de debitat , care prin teste de funcționare și de fiabilitate să permită verificarea noului concept de îmbunătățire a tehnologiei de debitare.

9.0 ALCĂȚUIREA MODELULUI FUNCȚIONAL

Modelul funcțional realizat are ca scop : verificarea parametrilor intervenți în programul de calcul , testarea funcționării modelului funcțional , determinarea erorilor de programare , corectarea erorilor intervenite în programul de calcul , determinarea erorilor de debitare dintre conturul teoretic și conturul real debitat.

Modelul funcțional este compus conform figurii 9.0 din următoarele blocuri:

interfața calculator-mașina de debitat , pupitrul de comandă , ansamblul mecano-cinematic , calculatorul de calcul și comandă.

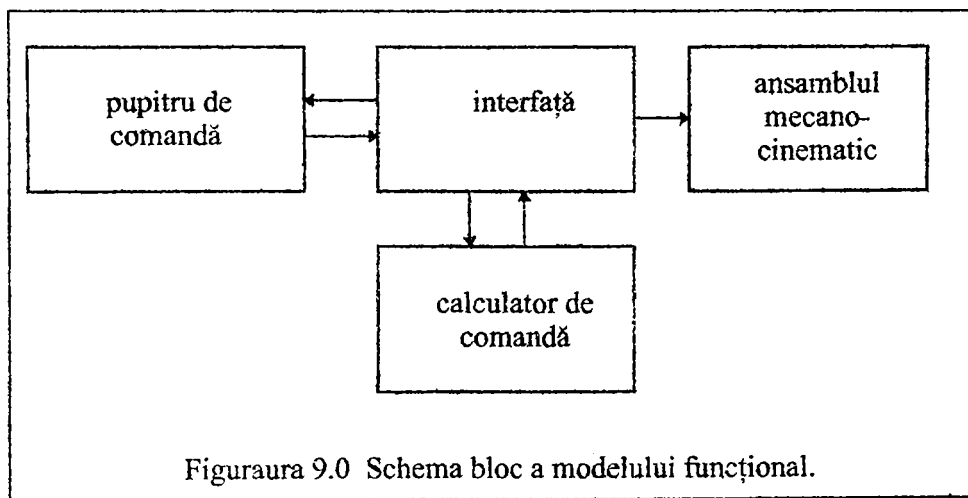


Figura 9.0 Schema bloc a modelului funcțional.

Datele de intrare necesare procesului de debitare formează două pachete : date de calcul ,date de control

Datele de calcul sunt : cordonatele vârfurilor conturului supus procesului de debitare , tipurile funcțiilor ce delimitează conturul , mărimea fantei de tăiere debitare ,

Datele de control sunt : viteza de tăiere , sensul de parcurgere a conturului , poziția funcțională a comutatoarelor de pe pupitrul de comandă .

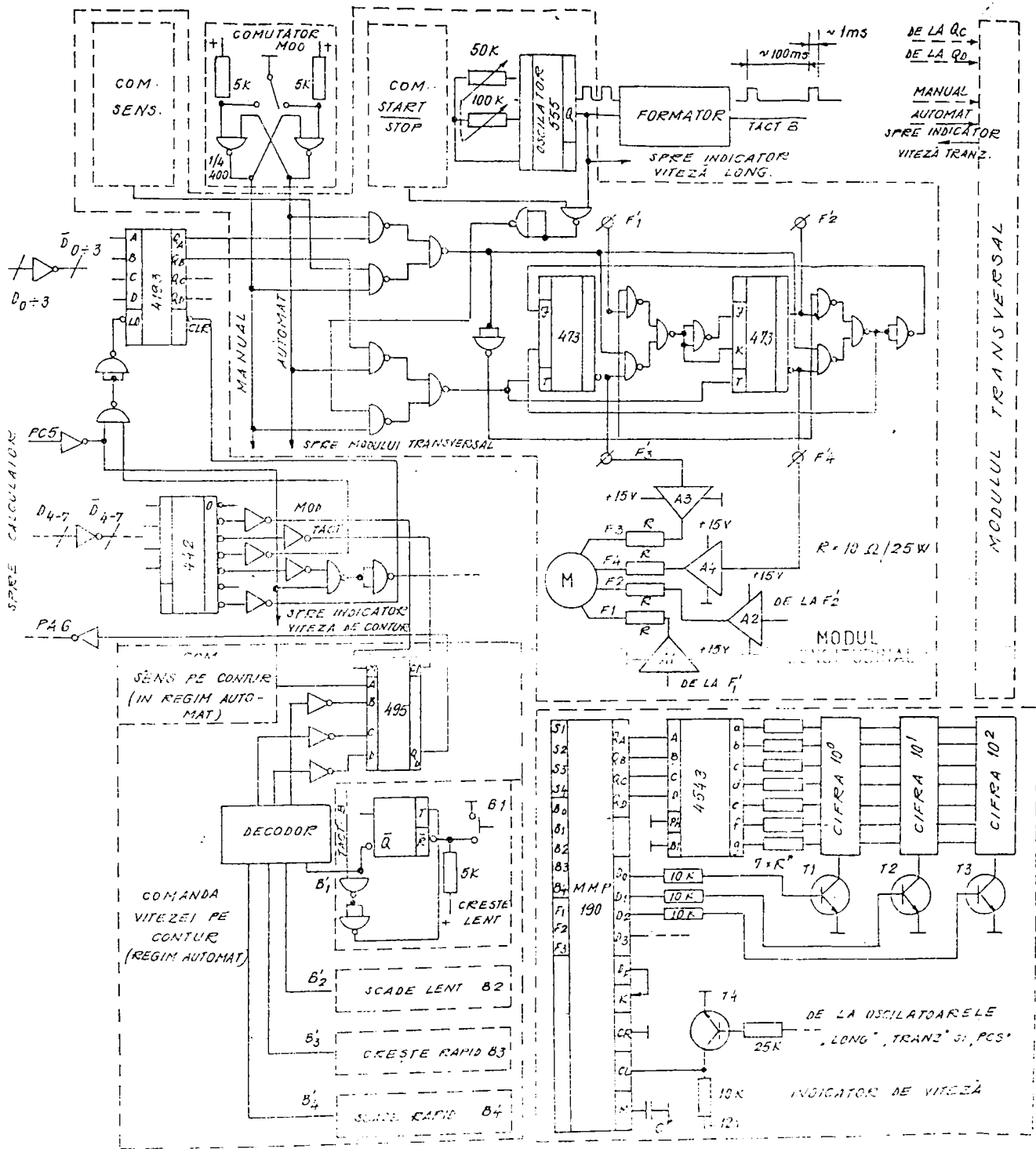
Datele de calcul sunt livrate de către utilizator , prin intermediul tastaturii calculatorului .

Datele de control sunt citite de la pupitrul de comandă de către calculator prin intermediul interfeței . Datele de calcul și datele de control devin , în urma procesării de către calculator , date executabile pentru ansamblul mecano-cinematic , prin intermediul interfeței .

În subcapitolele 9.1 , 9.2 și 9.3 se prezintă detaliat schema de funcționare , respectiv elementele ce compun blocurile funcționale.

9.1 INTERFAȚA CALCULATOR -MAȘINĂ

Interfața dintre calculator și mașină are rolul de a transmite informațiile de la calculator la mașină sub formă binară și , respectiv , de la pupitru de comandă la mașina de debitat. Aceste informații sunt prelucrate de interfață pentru a putea deveni comenzi pentru motoarele pas cu pas de antrenare. Interfața este compusă din mai multe module funcționale prezentate în figura 9.1.1. În figura 9.1.2 se prezintă schema electrică a interfeței . Interfața permite transmiterea de informații de la pupitrul de comandă la calculator pentru poziționarea brenerelor de tăiere la punctul dorit de utilizator.



Interfața este prevăzută cu 2 circuite CDB495 registre de deplasare dreapta , stânga de 4 biți , în care se încarcă informațiile cele 6 fanioane la cererea calculatorului.

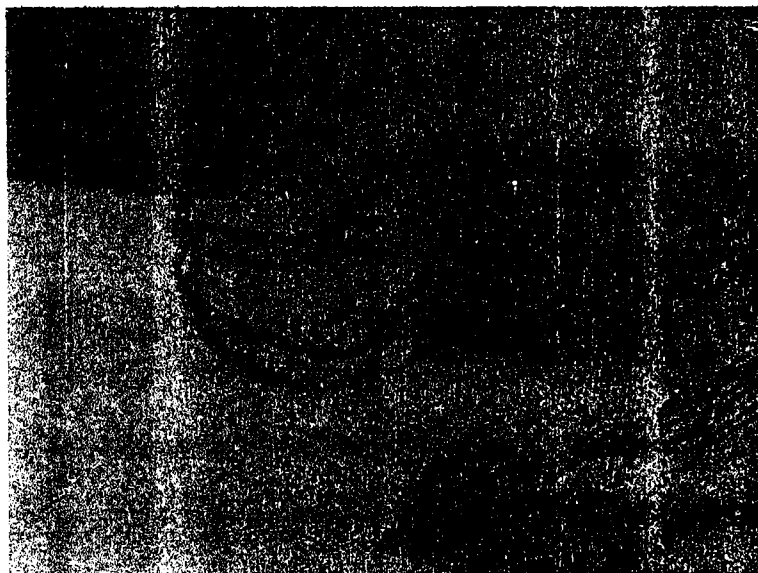


Figura 9.1.1 Modulele interfeței

Datorită faptului că portul paralel este limitat în numărul de informații citite-scrise concomitent , este necesar ca anumite informații să fie citite secvențial.

Prin intermediul acestor 2 registre de deplasare CDB495 se deplasează la dreapta de 5 ori de către calculator a informațiilor conținute , citindu-se bitul cel mai semnificativ. Această operație permite să se citească prin portul A a calculatorului cu exteriorul în mod secvențial folosind bitul 7 a acestui port.

Transmiterea comenzilor necesare pentru motoarele pas cu pas se efectuează folosind biți B0-B3 ai portului paralel .Ieșirile B0-B1 vor deveni intrările A-B ale circuitului CDB 4193 , (numărător binar de 4 biți sincron reversibil cu 2 intrări de tact) ,

care va reface aceste semnale la ieșirile QA-QB , cînd se primește pe LD impulsul de confirmare a transmiterii informațiilor.

În funcție de poziția comutatorului modului de lucru automat -manual de pe panoul de comandă , aceste informații sunt transmise circuitului CDB 473 (2 bistabile JK stăpîn -sclav) pentru refacerea celor două faze complementare.

Motoarele pas cu pas folosite la realizarea mașinii de debitat sunt activate prin intermediul a 4 faze .

Astfel ieșirile F1 ,F2 ,F3, F4, formează cele 4 faze care se aplică prin intermediul a 4 amplificatoare de putere ,la motorul pas cu pas pentru deplasarea longitudinală a cadrului mașinii de debitat. Pentru protejarea motoarelor pas cu pas cât și a amplificatoarelor se conectează la ieșirea amplificatoarelor în serie rezistențe de 10 ohmi . Ieșirile B2-B3 ale portului paralel vor deveni intrările C, D ale circuitului CDB 4193 care va reface aceste semnale la ieșirileQA, QD .Ca și la modulul longitudinal aceste semnale vor fi aplicate la 4 amplificatoare prin intermediul circuitelor CDB 473. Aceste semnale amplificate se aplică la cele 4 faze ale motorului pas cu pas , pentru acționarea pe direcția transversală a mașinii de debitat.

Dacă de pe panoul de comandă se selectează modul manual de funcționare , intrările circuitelor CDB 473 sunt atacate de semnale realizate de un oscilator local , format din circuitul 555 și circuitul CDB 400.

Astfel impulsurile necesare comenziilor motoarelor pas cu pas vor avea frecvența fixată de utilizator prin intermediul pupitrului de comandă.

Frecvența semnalului de atac a circuitului CDB 493 este fixată de către utilizator , prin intermediul potențiometrului de reglaj a vitezei , situat pe pupitru de comandă.

Tactul pentru executarea pasului se generează prin ieșirea circuitului CDB 442 (decodificator binar zecimal) care primește informațiile de la portul paralel, biți B4-B7. Dialogul între calculator -interfață-pupitru de comandă se face în cod mașină pentru a asigura o viteză mare de execuție. Pentru a asigura informații despre viteza de tăiere s-a prevăzut, în cadrul interfeței circuitul MMP 190, și decodorul MMC 4543 de comandă. Circuitul MMP190 prelucrează semnalul electric primit de la oscilatorul situat pe pupitru de comandă și, prin intermediul circuitului MMC 4543, se realizează comanda circuitelor de afișare cu 7 segmente. Afișajului cu 7 segmente afișează viteza de deplasare pe cele două axe OX OY, în regim manual, respectiv viteza de tăiere în modul automat de debitare. În regim automat, înaintea efectuării fiecărui pas, calculatorul citește valorile celor 6 fanioane corespunzătoare comutatoarelor de pe pupitru.

Cele 6 fanioane indică:

- start-stop bitul 1
- înainte-înapoi bitul 2
- creșterea lentă a vitezei de tăiere bitul 3
- scăderea lentă a vitezei de tăiere bitul 4
- creșterea rapidă a vitezei de tăiere bitul 5
- scăderea rapidă a vitezei de tăiere bitul 6

Pentru a se asigura alimentarea interfeței respectiv, a motoarelor pas cu pas s-a realizat o sursă de tensiune stabilizată ce livrează tensiunile de : +5V/2A, +24V/4A
figura 9.1.3 . Prin intermediul a 8 tranzistoare de putere 2N3055 figura 9.1.3 (1), (2)

se realizează alimentarea celor două motoare pas cu pas , prin intermediul a două mufe de conectare (5) , (6) .

Alimentarea cu energie electrică se realizează prin intermediul transformatorului (4) și a redresoarelor de 12 V și 5 V (3) .

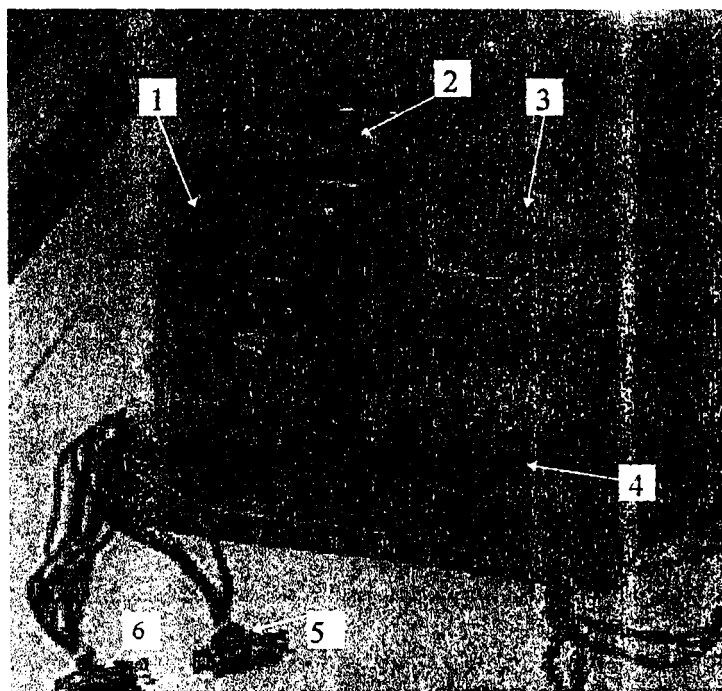


figura 9.1.3

9.2 PUPITRUL DE COMANDĂ

Pupitrul de comandă figura 9.2.1 și figura 9.2.2 permite utilizatorului mașini de debitat să introducă comenzi , respectiv să primească informații despre procesul debitării .

Pupitrul de comandă are dispus pe panoul frontal mai multe comutatoare , butoane de reglaj și afișaje , care permit executarea operațiilor de comandă și control.

Comutator pornit oprit (0) permite punerea în funcțiune sau oprirea pupitrului de comandă ,iar indicarea funcționării panoului de comandă se face prin aprinderea ledului (10) poziționat sub comutatorul (0) .

Comutatorul mod funcționare (1) cu două poziții : 1 mod manual, 2 mod automat.

În mod de funcționare manual (1) deplasarea brenerului de tăiere se face prin comenzi manuale de către utilizator , prin indicarea sensului de deplasare și a vitezei de deplasare.Indicarea modului de funcționare manual se face prin aprinderea ledului (12) .În mod de funcționare automat deplasarea brenerului se efectuează prin intermediul calculatorului folosind informațiile primite prin biți B0-B4 ai portului paralel al calculatorului.

Indicarea modului de funcționare automat se face prin aprinderea ledului (11) .

Comutatorul de sens (2) are două poziții 1=sens orar , 2= sens antiorar.

Prin intermediul acestui comutator se alege sensul de parcurgere a conturului de debitare.În mod automat de debitare , sensul de parcurgere este indicat prin intermediul ledurilor (13), (14) de pe panou astfel: led (13) aprins indică sens de parcurgere orar, led (14) aprins indică sens de parcurgere antiorar.

În mod manual de comandă , pentru fiecare axă este dispus câte un comutator de sens . Indicarea sensului de parcurgere a celor două axe X ,Y se face prin intermediul ledurilor 16, 17 , 18, 19.

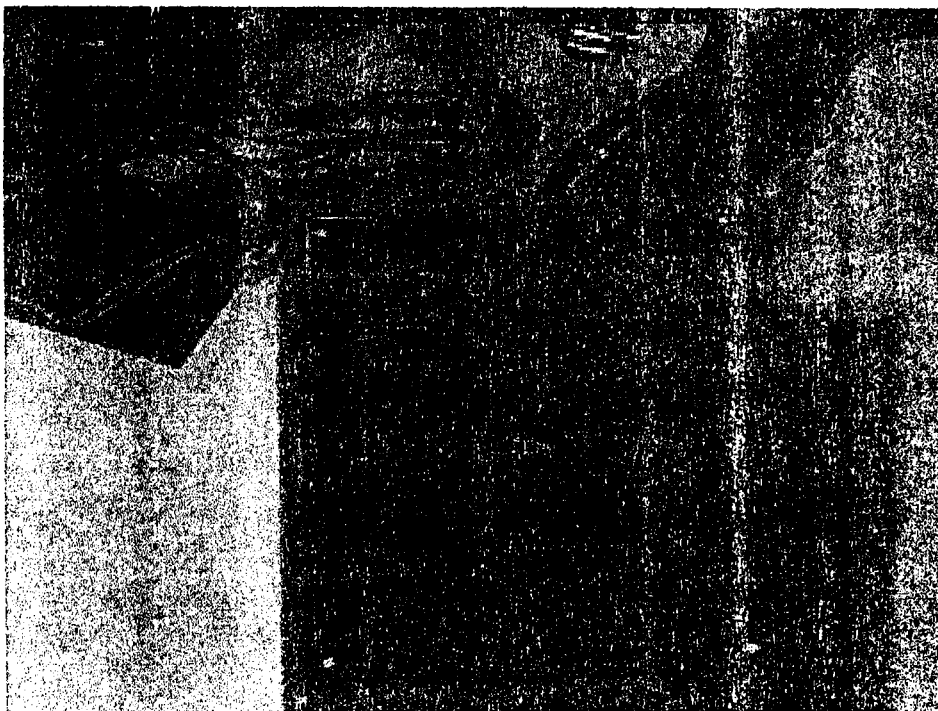


Figura 9.2.1

Ledurile (16), (17) sunt pentru indicarea sensului de parcurgere a axei X iar ledurile (18),(19) sunt pentru indicarea sensului de parcurgere a axei Y. Ledurile (16), (19) sunt de formă triunghiulară , pentru a indica mai precis sensul de parcurgere a celor două axe.

Comutatorul start-stop (3) permite pornirea sau oprirea procesului de debitare , atât în mod manual cât și automat , fiind prevăzut acest comutator în ambele zone ale panoului automat-manual.Indicarea poziției comutatorului (3) se face prin aprinderea ledurilor (20), (21), (22), (23), (24), (25), situate sub fiecare comutator (3) .

Butoane reglaj viteză de tăiere debitare .

Pentru a se realiza reglarea vitezei , de debitare în mod automat sunt prevăzute butoanele (4), (5),(6), (7) astfel:

Butonul (4) ținut apăsat are ca efect o creștere lentă a vitezei de tăiere.

Butonul (5) ținut apăsat are ca efect o scădere lentă a vitezei de tăiere .

Butonul (6) ținut apăsat are ca efect o creștere rapidă a vitezei de tăiere .

Butonul (7) ținut apăsat are ca efect o scădere rapidă a vitezei de tăiere .

Indicarea vitezei de tăiere se efectuează prin intermediul afișajului cu 7 segmente

(8) situat atât în zona comandă automată cât și în zona comandă manuală.

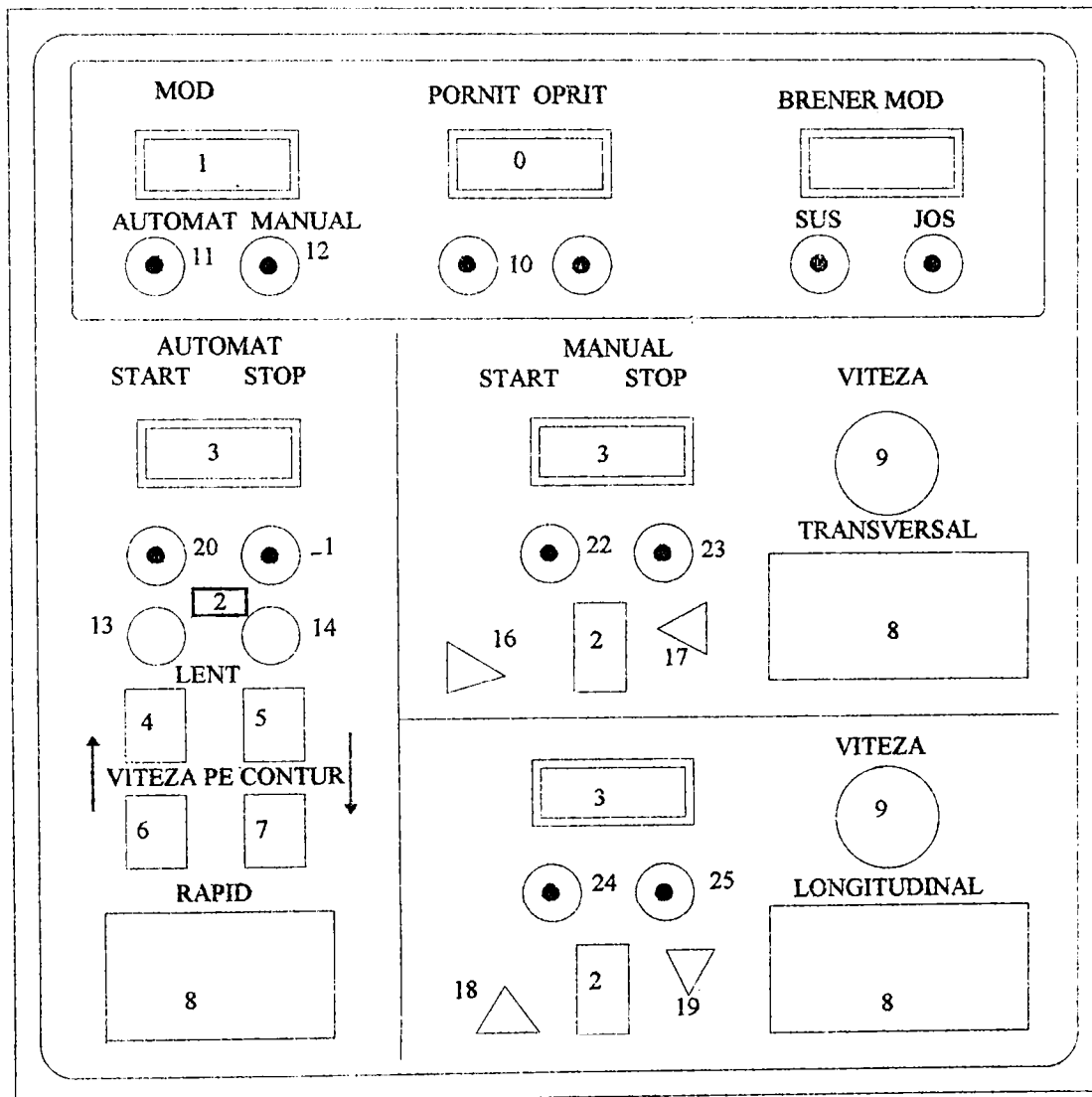


Figura 9.2.2

Potențiometru reglaj viteză deplasare tăiere în mod manual (9)

Prin rotirea celor două potențiometre (9) situate pentru fiecare axă, utilizatorul alege viteza de deplasare sau de tăiere în mod manual a mașinii de debitat. Indicarea vitezei de deplasare tăiere se face prin intermediul celor două afișaje (8) cu 7 segmente situate sub fiecare potențiometru de reglaj.

Cifra maximă afișată de indicatoarele (8) este 199 cu 3 cifre. S-a ales acest tip de afișaj pentru că motoarele pas cu pas folosite pentru acționare lucrează cu maxim 200 pași pe secundă.

Alegerea vitezei de tăiere se face funcție de grosimea tablei și funcție de tipul tehnologiei de debitare.

În cazul comenzii în mod automat, viteza de debitare este determinată de program, funcție de mărimea fantei de tăiere și de grosimea tablei.

În cazul comenzilor în mod manual este necesar să se realizeze un tabel, ce va conține valorile vitezei de tăiere în funcție de parametrii :

- grosimea tablei
- presiunea gazului de tăiere
- tipul tehnologiei de debitare
- tipul capului de tăiere

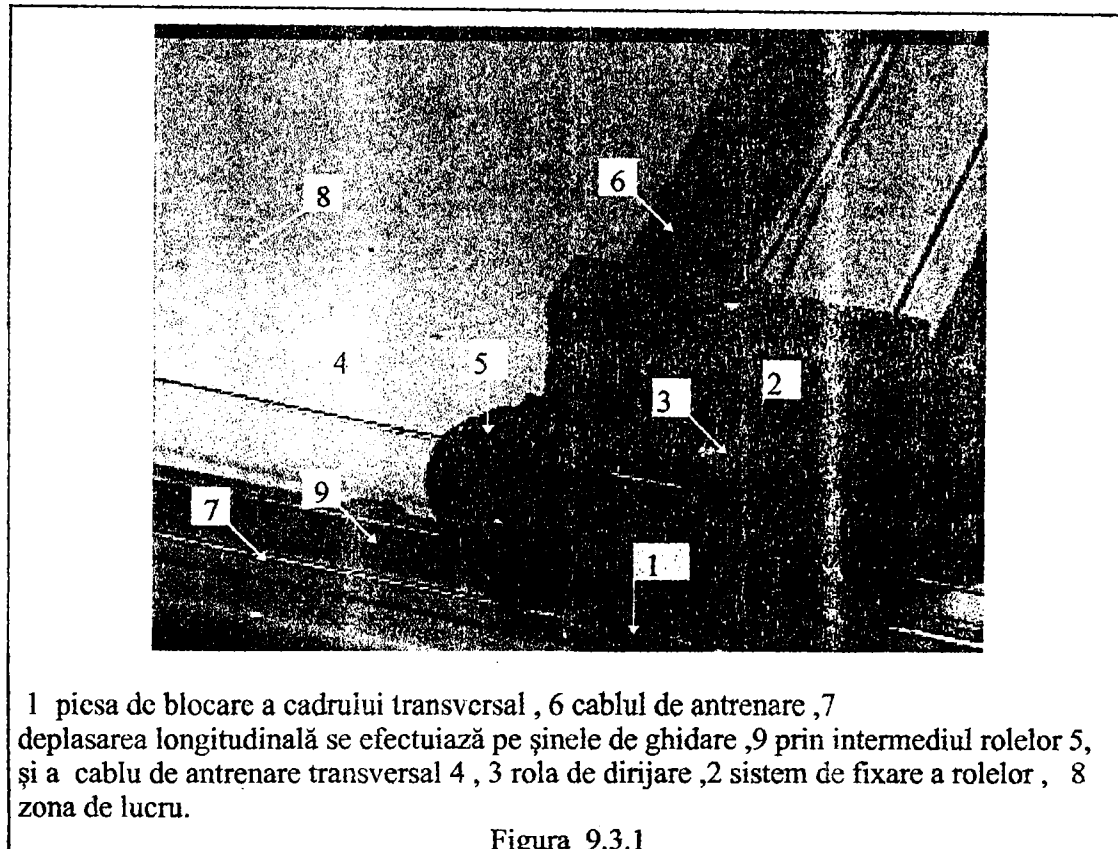
Prin intermediul pupitrului de comandă utilizatorul poate deplasa brenerile de tăiere în orice punct al suprafeței active a mașinii de debitat.

Prin intermediul pupitrului de comandă se poate fixa punctul de început al debitării sau se marchează puncte de control.

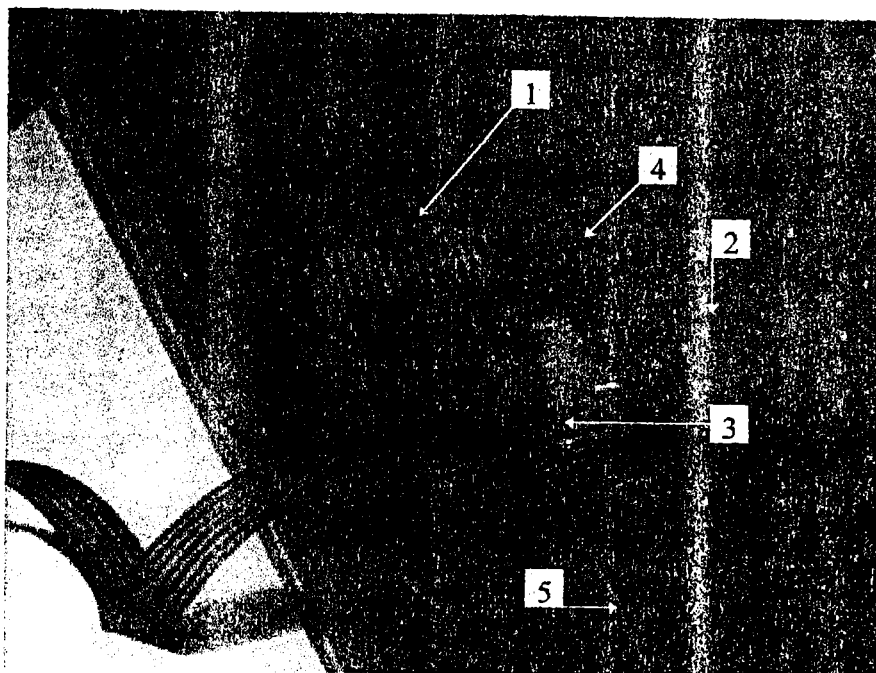
9.3 ANSAMBLUL MECANO-CINEMATIC

Ansamblul mecano-cinematic are rolul de a transforma informația de tip electrică în informație geometrică necesară obținerii conturului de debitare.

În figura 9.3.1 se prezintă zona de capăt a cadrului transversal .



În figura 9.3.3 se prezintă sistemul de prindere a motorului pas cu pas și reductorul ce antrenează cablul longitudinal .



1 tambur de antrenare , 2 motor pas cu pas , 3 reductor , 4 suport pentru motor și reductor , 5 cablu de antrenare

Figura 9.3.2

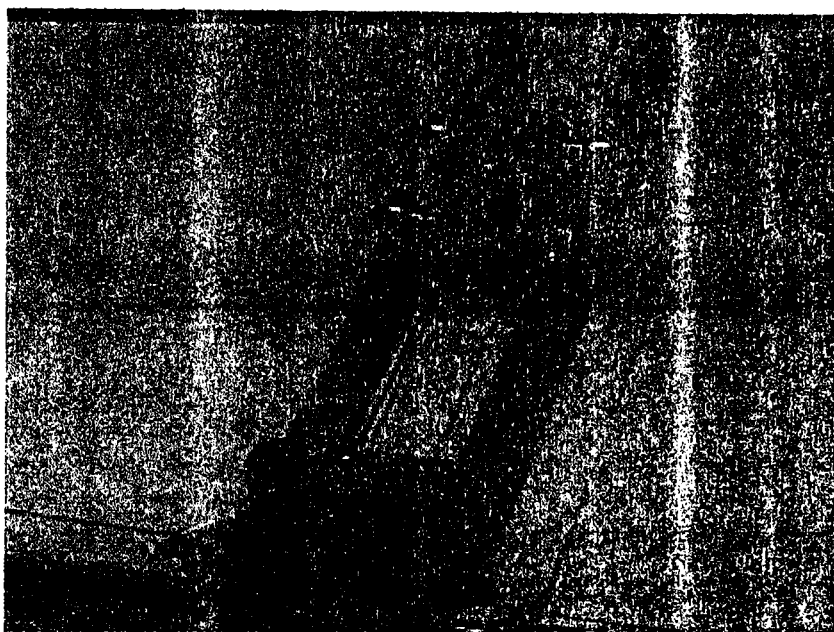


Figura 9.3.4

În Figura 9.3.4 se prezintă portbrenerul poziționat pe cadrul transversal.

Schema cinematică este prezentată în figura 9.3.5 compusă din : motoare pas cu pas (1) și (13) ce primesc prin intermediul interfeței o anumită informație sub forma a 4 faze c1,c2,c3,c4 , ce produc înaintarea cu un pas , rotirea unghiulară cu 18° a rotorului

Deplasarea unghiulară a rotorului motorului pas cu pas este transmisă prin intermediul reductoarelor (2) și (12) la tamburii (3) și (11) .

Deplasarea longitudinală se execută prin intermediul tamburului (11) ce antrenează cablul longitudinal (10) pe rolele de dirijare și întoarcere (9) la cadrul transversal.

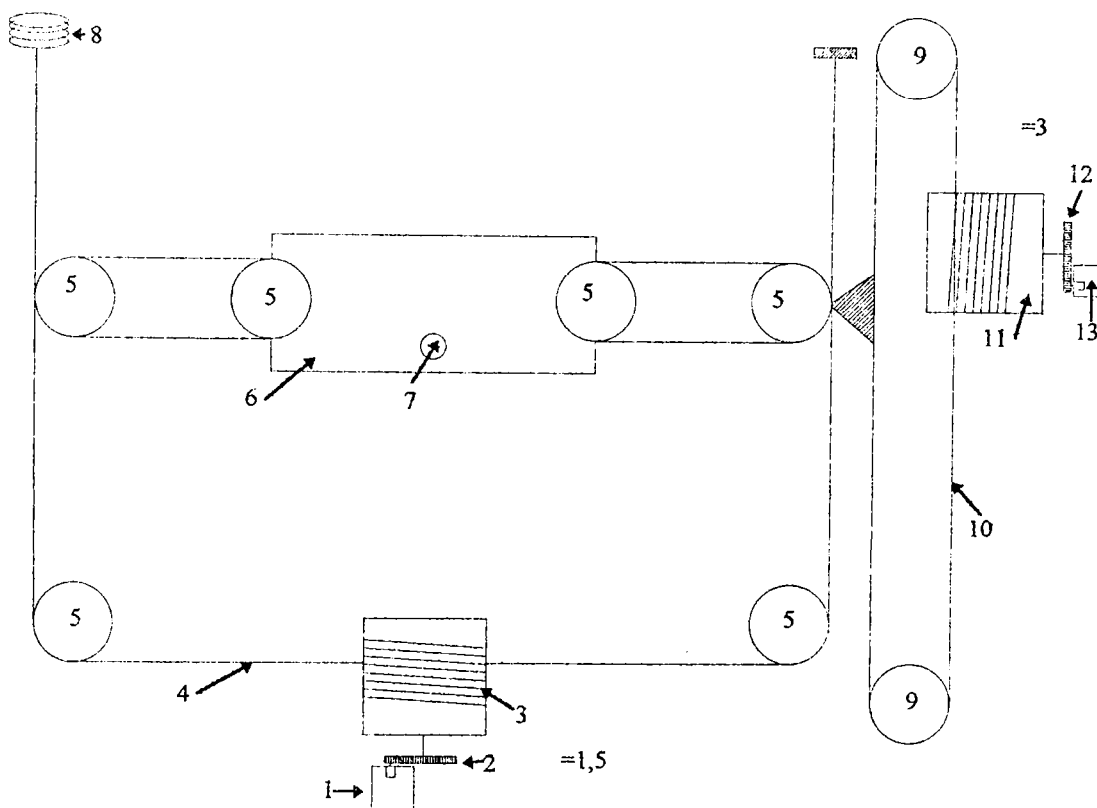


Figura 9.3.5

Pe cadrul transversal se deplasează paralel cu el ansamblul portbrener (6) prevăzut cu brenerile de tăiere (7).

Deplasarea postbrenerului (6) se execută prin intermediul rozelor (5) și a cablului (4) antrenat de tamburul (3) și motorul pas cu pas (1).

Pentru a se asigura o tensiune mecanică de întindere a cablului (4) s-a introdus un sistem de pretensionare (8).

În cazul mașini de debitat reală la scara 1:1 se va folosi un sistem cinematic diferit, ce constă în înlocuirea deplasării longitudinale cu cablu prin intermediul unei cremalieră a cărei lungime este egală cu lungimea masei de debitat.

Transmisia transversală cu cablu se va înlocui cu o transmisie prin panglică având posibilitatea de a se debita folosind și procedul în oglindă.

Pentru a se simplifica sistemul cinematic transversal elementele 1, 2, 3 vor fi poziționate direct pe cadrul transversal.

Motoarele pas cu pas 1 și 13 sunt de tipul MPP1,8/0,15 Figura 9.4 cu următoarele caracteristici:

Cuplu 0,15 N*m

Număr faze =4

Nr. pași pentru o rotație completă =200

Unghiul de rotire pentru un pas =1,8 grade

Tensiunea de lucru =5 V c.c

Gabarit 56*47,1*50 mm

Diametru ax antrenare 6,3 mm

Pentru realizarea ansamblului mecanic s-a proiectat și executat un număr de 27 repere prezentate în figuraurile A.1A.27 .în Anexa 2.

Deplasarea cadrului transversal pe cele două căi de rulare se efectuează prin intermediul a 4 roți cu buză ,realizate conform reperelor 1 Figura A.1 , 2 Figura A.2 , 3 Figura A.3

Deplasarea portbrencerului pe cele două căi de rulare ale cadrului transversal se efectuează prin intermediul a 4 roți realizate ca și roțile de susținere a cadrului transversal.

Traseul cablului pentru deplasarea longitudinală a cadrului transversal este dirijat prin intermediul rotelor de dirijare realizate prin intermediul reperelor 5 Figura A.5 ,2 Figura A.2 ,3 Figura A.3 .

Traseul cablului pentru deplasarea transversală a portbrencerului pe cadru transversal este dirijat prin intermediul reperelor 5 Figura A.5 ,2 Figura A.2 ,6 Figura A.6 ,7 Figura A.7

Realizarea cadrului transversal se realizează prin 2 bucăți repere 8 Figura A.8 respectiv 2 repere 9 Figura A.9 . Postbrencerul este realizat prin reperul 10 Figura A.10 . Realizarea reductoarelor pentru cele 2 motoare pas cu pas cât și suporturile de fixare a celor două motoare se face prin intermediul reperelor 11-27 prezentate în Figura A.11..... A.27 .

Concluzii

Modelul funcțional în urma testelor de funcționalitate, fiabilitate , stabilitate și de repetibilitate a fazelor de lucru demonstrează că soluția propusă de proiectare, realizare este bine concepută și aduce față de utilajele existente următoarele avantaje :

- introducerea în mod interactiv a datelor caracteristice ce reprezintă conturul de debitat ,
- verificarea datelor introduse și corectarea lor înainte de executarea operației de debitare ,
- pupitrul de comandă este ergonomic și permite vizualizarea continuă a vitezei de tăiere ,
- deplasarea sistemului mecanocinematic se realizează exact datorită acționărilor cu motoare pas cu pas ,
- înmagazinarea datelor de intrare pe un suport de tip dischetă sau hard-disc ceea ce permite repetarea procesului de debitare pentru același reper fără a mai fi necesar introducerea datelor .

Ca orice utilaj nou proiectat are și lipsuri care însă pot fi rezolvate în timp astfel : modulele interfeței să fie realizate ca plăci cu conectori tip baionetă pentru a permite înlocuirea lor rapid și simplu prin împingerea lor în sertar , adăugarea pe pupitrul de comandă a indicatoarelor alfa numerice pentru presiune gaze ,distanța brener tablă , presiune fluid în cazul uzinării cu jet de apă .

În cadrul laboratorului s-a testat un sistem mecano-cinematic cu antrenare prin cablu datorită dimensiunilor reduse a zonei de lucru , însă la realizarea utilajului la scara 1:1 se recomandă folosirea pentru deplasarea longitudinală a unui sistem cu cremalieră , iar pentru deplasarea transversală un sistem cu bandă metalică .

- Adaptarea mecanismului și comenzilor pentru orice tip de șasiu existent al utilajelor de debitare din dotarea uzinei de confecții metalice .
 - Adaptarea ansamblului electronic și de comandă la mașini existente , dar care au comanda electro-mecanică uzată fizic și moral
-

10. CONSIDERAȚII FINALE ȘI CONTRIBUȚII PRIVIND TEHNOLOGIA DE DEBITAT

Cercetările realizate în cadrul tezei de doctorat prezintă o serie de rezultate și contribuții originale care converg la prezentarea într-un cadru unitar a tehnologiilor de debitare cât și îmbunătățirea acestor tehnologii, pentru debitarea pieselor metalice folosite la realizarea construcțiilor metalice. În acest context pentru materialele (oțeluri și aliaje de aluminiu) folosite la confecționarea pieselor metalice se pot evidenția:

-caracteristicile fizico-mecanice, caracteristicile chimice și influența elementelor de aliere asupra caracteristicilor mecanice și de prelucrare.

-influența elementelor chimice rezultate în urma procesului de debitare asupra caracteristicilor mecanice a pieselor debitate.

Construcțiile metalice au o gamă foarte diversificată de forme și mărimi ce implică un studiu pe tipuri și moduri de folosință a acestora.

Pentru fiecare tip de construcție s-au determinat piesele ce au un contur complex, iar realizarea lor implică folosirea de tehnologii mecanice de debitare. În acest context s-a efectuat: clasificarea acestor piese funcție de graficele ce delimitează conturul acestora, determinarea tipurilor de grafice ce alcătuiesc conturul pieselor, determinarea parametrilor necesari descrierii conturului pieselor. În subcapitolul **Concluzii** sunt analizate 12 contururi geometrice ce delimitează piesele metalice ale construcțiilor analizate. Studiul efectuat asupra tipurilor de piese ce alcătuiesc construcțiile metalice a permis să se determine funcțiile matematice ale graficelor ce delimitează aceste piese astfel:

funcții liniare de forma $y=ax+b$, funcții de gradul 2 de forma $y=ax^2+bx+c$ sau $(x-a)^2+(y-b)^2=0$. Aceste date sunt folosite pentru a se determina conturul pieselor ce se debitează și să delimiteze domeniul de cercetare a algoritmilor de calcul necesari conducerii procesului de debitare .

În cadrul capitolului **Structura sistemelor de comandă a mașinilor de debitat** s-a făcut o analiză a funcțiilor sistemelor de comandă numerică .

Ansamblul de funcții pe care le poate oferi un sistem de comandă numerică este foarte bogat și divers , reflectând interesul proiectanților de echipamente numerice în ceea ce privește ridicarea gradului de automatizare a mașinilor de debitat, extinderea posibilităților de comandă a roboților .

În general sistemele de comandă numerică oferă numai un număr restrâns de funcții , în special acelea necesare în aplicații practice uzuale pentru care a fost conceput .

Astfel pentru comanda mașinilor de debitat conduse după program se utilizează echipamente de poziționare . Funcțiile principale ale unui sistem de comandă numerică pentru mașini de debitat sunt : interpolari ,deplasări , corecți , comenzi tehnologice , comenzi auxiliare , afișări numerice , comanda acționării , comenzi de temporizare , viteza de deplasare constantă , conducere prin calculator , conducere numerică directă .

Pe lângă aceste funcții principale ale unui sistem de comandă numerică pot fi întâlnite funcții suplimentare : oprirea manuală în orice punct al traseului de debitare , supravegherea tensiunilor de alimentare , supravegherea alimentării cu gaze sau fluide , supravegherea spațiului de lucru . Datele rezultate în urma acestui studiu au forma datele primare în cadrul programului de debitare. Pentru a se determina datele reale necesare conducerii procesului de debitare s-a efectuat un studiu al mașinilor de debitat existente în următoarele societăți :

-Societatea comercială Construcții Metalice Bocșa S.A. ,

-Rominex S.A. Timișoara ,

-Societatea comercială Navrom Constanța S.A .

În urma acestui studiu s-au dedus tipurile de tehnologii și de mașini pentru debitarea pieselor din tablă pentru construcții metalice , rezultând un număr de opt tehnologii astfel : tăiere manuală folosind gaze de tăiere , tăiere mecanizată folosind gaze de tăiere , tăiere cu rază laser , erodare cu ultrasunete , eroziune electrică în câmp magnetic , eroziune electrică , tăierea cu jet de apă , taiere prin forfecare mecanică .

Pentru fiecare tehnologie prezentată s-au analizat : mașinile folosite , caracteristicile tehnologice, procedeele de comandă a mașinilor, dezavantajele și avantajele fiecărei tehnologii. Mașinile pentru tăierea termică folosind gaze combustibile pot avea principiul de urmărire : după șablon, după desen , comandă numerică.

Pentru a se determina parametrii ce intervin în procesul de debitare prin tăiere termică cu gaze sau analizat următoarele mașini: CSIOMMAT-1, MATTOR , MATT-A , HANCOCK , MESSER-GRIESHIEM , APOLDA , KONGSBERG -M.I.N.C. , LOGATOM .

Tehnologia de debitare folosind raza laser este analizată atât ca principiul de realizare a razei laser cât și descrierea capului de tăiere. În cazul oțelurilor înalt aliate se prezintă tehnologiile de debitare folosind principiul debitării prin eroziune electrică și debitarea prin eroziune cu ultrasunete.

Pentru debitarea aliajelor de aluminiu cât și a altor materiale ce prezintă modificări de structură foarte pronunțat la debitarea termică se prezintă tehnologia de debitare folosind jetul de apă cu presiunea de 3000-6000 bari.

Majoritatea utilajelor și tehnologiilor prezentate sunt folosite în societățile comerciale cu profil de construcții metalice din țară.

În capitolul 7 “**Analiza tehnologiilor de debitare**” s-a făcut o analiză critică a tehnologiilor prezentate în capitolul 6 cu indicarea tehnologiilor ce merită folosite pentru a mării productivitatea muncii și execuția în condiții optime a pieselor metalice.

În urma analizei tehnologiilor de debitare rezultă că pentru noile mașini de debitare, este indicat să se folosească următoarele tipuri: debitarea folosind raza laser comandată prin calculator, debitarea folosind jetul de apă la înaltă presiune comandată prin calculator.

În urma acestui studiu s-au determinat tipurile de tehnologii de debitat a pieselor din tablă. Pentru fiecare tehnologie s-a determinat parametrii procesului de debitare inclusiv datele ce sunt livrate pentru efectuarea procesului de fabricare.

Informațiile rezultate în urma acestui studiu a permis să se determine datele minime necesare pentru a aplica o anumită tehnologie din cele studiate.

Aceste date sunt necesare pentru a deveni date de intrare în cadrul programelor de comandă a mașinilor de debitat. Pentru a se realiza un program de comandă a unei mașini de debitare s-au determinat datele ce sunt necesare pentru a se efectua minimul de operații de comandă. Datele minime sunt: numărul de vîrfuri a conturului ce delimitează piesa ce urmează a fi debitat, tipurile de grafice ce delimitează conturului, mărimea fantei de debitare, sensul de parcurgere a conturului de debitat, viteza de debitare funcție de grosimea table și a procedurii de debitare, citirea și verificarea parametrilor tehnologice (presiunea gazului combustibil, presiunea oxigenului sau aerului, tensiunea de alimentare, poziția comutatoarelor de pe pupitrul de comandă).

Datele ce reprezintă tipul graficelor ce delimitează conturul cât și mărimea fantei de debitare sunt cele mai complexe date de prelucrat pentru a deveni date de comandă.

S-a realizat programul principal care a ținut cont de elementele deduse în urma studiului asupra tehnologiilor de debitare și a studiului a pieselor ce alcătuiesc o structură metalică . Programul principal este realizat din subrutine specifice pentru etapele procesului de debitare astfel :

“**Subrutina date de intrare**” ce permite să se dea numărul de laturi ce compun conturul reperului și să aloce spațiu pentru memorarea datelor primare , ce descriu cordonatele vârfurilor cât și tipul de grafic ce descrie conturul dintre două vârfuri consecutive.

“**Subrutina segment de dreaptă**” ce permite să se determine poziția unui segment de dreaptă în raport cu axele X Y , se analizează poziția generală cu elementele caracteristice a,b,Sx,Sy. În prima fază se consideră că fanta de tăiere este egală cu 0 sau mai mică decât precizia de debitare, astfel conturul de deplasare a sistemului de tăiere (debitare) este identic cu conturul real și teoretic al reperului de debitat. Poziția unui segment de dreaptă în plan cât și sensul de parcurgere a acestuia implică un număr de 16 variante. La realizarea programului s-a ținut cont de toate aceste 16 poziții rezultând 16 subrutine necesare transformării în date de comandă.

Pentru a se comanda motoarele pas cu pas este necesar să se determine variabila v_6 funcție de cele două variabile m_3 , m_4 .

Variabila m_3 indică deplasarea pentru motorul pas cu pas de pe direcția Y.

Variabila m_4 indică deplasarea motorului pas cu pas de pe direcția X.

În cazul că atât m_3 cât și m_4 sunt diferite de zero se va apela subrutina 1200

În cazul că m_3 este diferit de 0 iar $m_4=0$ se apelează subrutina 1800.

În cazul că $m_3 \neq 0$ iar m_4 diferit de 0 se apelează subrutina 1700.

Datele prelucrate de surutinele 1200 ,1700, 1800 sunt transmise la interfața de comandă a motoarelor pas cu pas prin intermediul subrutinei 1450.

Cuvîntul de comandă v se determină cu relația (1).

$$v6=8*sx+4*mx+2*sy+my \quad (1)$$

Acest cuvînt de comandă dedus de doctorand permite ca datele de comandă pentru cele două motoare pas cu pas s-ă fie transmis printr-o singură citire a portului paralel .

“**Subrutina arc de cerc**“ permite determinarea poziției centrului arcului de cerc dacă acesta nu se cunoaște. Dacă centru cercului nu este indicat de utilizator este necesar determinarea coordonatelor c_x, c_y ale centrului cercului. Determinarea acestor două coordonate s-e efectuează de către subrutina “**arc de cerc**“. Poziția unui arc de cerc cu rază dată ce trece prin 2 puncte date A , B implică studiul a unui număr de 4 variante. Pentru a se determina arcul corect din cele 4 arce posibile ce cer date suplimentare furnizate de utilizator .

După determinarea conturului teoretic al piesei trebuie determinat conturul de deplasare a brenerului de tăiere . Noul contur de deplasare a brenerului rezultă funcție conturul teoretic și de mărimea fantei de tăiere . Fanta de tăiere depinde de grosimea tablei ce se debitează și de tipul brenerului folosit. Teza tratează ambele variante : fantă egal zero și fantă diferită de zero. Varianta cu fantă diferită de zero este varianta cea mai complexă ce implică un calcul folosind noțiuni complexe de geometrie analitică.

Realizarea programului de calcul original de către doctorand rezolvă atât probleme de

geometrie analitică cât și probleme de comandă a unei mașini de debitat în coordonate X, Y. Pentru ca datele rezultate în urma prelucrării datelor de intrare să devină date de comandă (de ieșire), este necesară o interfață între calculator și mașina de debitat.

Interfața a fost concepută astfel ca să utilizeze portul paralel a calculatorului prin care se transferă datele. S-a ales această soluție pentru a permite folosirea oricărui calculator de tip XT, AT, PENTIUM prevăzut cu port paralel și asupra căruia să nu se efectueze transformări.

Prin studiul efectuat pentru a realiza o nouă interfață cât și un nou concept de realizare a programului de comandă a debitării se rezolvă următoarele probleme: interfață interactivă utilizator- calculator.-mașina de debitat, folosirea unui calculator uzual ce permite înlocuirea rapidă în cazul defectării.

Interfața a fost concepută din module funcționale detașabile, ușor de reparat sau de înlocuit. Pentru realizarea interfeței s-au folosit circuite integrate de uz general poziționate pe socluri, ce permit înlocuirea acestor circuite fără a fi necesară operația de lipire și deslipire.

Pentru ca informațiile livrate motoarelor pas cu pas să devină deplasări efective a brenerului de debitare s-a realizat un sistem mecano- cinematic, conceput din: cadru transversal pe care sunt poziționate brenerile, cadru longitudinal, sisteme de antrenare transversal și longitudinal, reductoare, motoare pas cu pas pentru antrenare. Pentru a se asigura conversația între utilizator, calculator și mașină s-a proiectat și realizat pupitrul de comandă.

Proiectarea pupitrului de comandă s-a făcut ținând cont de operațiile minime ce trebuie să asigure în cadrul procesului de debitare și a unei exploatare ergonomice a acestuia.

Pupitrul de comandă a fost echipat cu întrerupător de mod ce permite lucrul în 2 moduri:

manual,

automat.

Realizarea modelului funcțional la scara de 1/10 s-a făcut cu scopul de a se testa conceptul de proiectare cât și de a se elimina erorile de proiectare sau execuție ce ar fi putut să apară.

Testele efectuate pe modelul funcțional pentru debitarea a diferite contururi cu fanta zero sau diferită de zero au arătat corectitudinea programului cât și răspunsul sistemului mecano-cinematic.

Modulul funcțional proiectat și realizat de doctorant , a fost testat și de o comisie tehnică a Societății comerciale Construcții Metalice Bocșa S.A. obținându-se calificativul “foarte bine”.

Studiul efectuat în cadrul tezei de doctorat a permis abordarea diferitelor tehnologii de debitare cât și o analiză critică a fiecărei tehnologii în parte.

Se pune întrebarea firească de ce s-a studiat această problemă și nu s-a ales ca tehnologie , o tehnologie existentă pe plan mondial, răspunsul este următorul :

1 . S-a studiat atât tehnologiile existente pe plan mondial fiind prezentate în capitolul “ **Analiza tehnologiilor de debitat**” ,dar aceste tehnologi au un preț de achiziție de minim 4-5 miliarde lei pe bucată de utilaj. Acest preț mare de achiziție nu poate fi plătit de majoritatea societăților luate în studiu.

2. Tehnologiile avansate se pot aplica dacă odată cu ele sunt achiziționate și utilajele aferente lor , ce implică o dublare a investiției.

3. Tehnologiile avansate nu pot fi aplicate la mașinile existente în societățile studiate.

4. Alegerea soluției de programe proprii și noul concept de interfață - mașină realizat de doctorand permite:

Adaptarea cu ușurință a interfeței la tipul de mașină dorit efectuând un minim de transformări. Adaptarea interfeței la modificările de tehnologie de debitare a pieselor. Lucrarea de doctorat a rezolvat o anumită problemă dar în același timp a deschis noi probleme ce se pun cu privire la tehnologia de debitare a pieselor din tablă pentru construcții metalice. Se prezintă în continuare câteva considerații generale.

Pentru a mări productivitatea și a reduce prețul de cost, este necesar ca mașinile cu principiul de funcționare după șablon sau desen să fie transformate în mașini cu comandă numerică.

Mașinile ce au o comandă numerică dar aceasta este uzată atât moral cât și fizic se recomandă să li se adapteze o comandă numerică nouă.

Înlocuirea tehnologiilor de debitare cu tăiere termică folosind gaze combustibile, cu tehnologia debitării folosind raza laser, sau folosirea tehnologiei cu jet de apă care au un preț de cost per produs echivalent sau mai mic decât tehnologiile folosite.

Alegerea acestor tehnologii au ca efect și o îmbunătățirea zonei prelucrate cu efecte minime asupra zonei de influență.

Se recomandă ca datele de intrare să fie folosite la realizarea de fișiere de tip DWG (desen) în cadrul programelor de tip ACAD, CATIA.

Datele de intrare în program să fie folosite în programele de optimizare a procesului de croier ce are ca efect o reducere cu minim 25% a consumului de tablă.

Prin acest studiu s-a deschis noi direcții noi direcții de cercetare astfel:

adaptarea comenzii numerice la diferite tipuri de mașini, adaptarea comenzii numerice la diferite tehnologii de debitare, Optimizarea procesului de croire.

În analiza efectuată asupra tipurilor de piese metalice din tablă folosite în construcții metalice a rezultat o foarte mare diversificare a acestora , ce are ca efect o creștere a prețului de cost pentru execuție cât și pentru proiectare .

Pentru a se putea efectua în viitor a unei robotizări , sau măcar a unei industrializări mai eficiente a construcțiilor metalice se impune:

- 1 . Modificarea conceptului de proiectare a construcțiilor metalice care s-ă permită o clasificare a structurilor în câteva module de bază.
 2. Conceperea de piese pentru construcții metalice parametrizate care s-ă poată fi folosite un număr cât mai mare de construcții.
 3. Crearea de obiecte modulare care printr-o așezare adecvată s-ă permită realizarea structurilor propuse.
 4. Alegerea a maxim 2 tehnologii de debitare cu mașinile aferente în toate întreprinderile ce ar avea ca efect : piesele de schimb pentru mașini pot fi fabricate în serie mică sau mijlocie cu un preț de cost scăzut, posibilitatea de fabricare în serie a mașinilor de debitat la un preț scăzut, posibilitatea de concepere a unei singure comenzi numerice pentru ambele tipuri de mașini, adaptarea interfeței făcându-se prin schimbarea parametrilor de configurare. Posibilitatea de comunicare cu programele de proiectare asistată de calculator (ACAD. CATIA).
-

BIBLIOGRAFIE

- 1 STAS 500/2-80 Oțeluri de uz general pentru construcții , condiții tehnice generale de calitate . Editura Tehnică București 1980 .
 - 2 STAS 767/0-88 Construcții din oțel . Condiții tehnice generale de calitate : Editura Tehnică București 1988 .
 - 3 STAS 7607-72 Alumiuniul tehnic primar Mărci . Institutul român de standardizare București 1972 .
 - 4 STAS 7608-71Aliaje de aluminiu deformabile . Mărci . Institutul român de standardizare București 1971 .
 - 5 STAS 428-66 Table de aluminiu . Institutul român de standardizare București 1966 .
 - 6 STAS 5681-66 Benzi de aluminiu . Institutul român de standardizare București 1966 .
 - 7 STAS 8870-72 Profile U extrudate din aluminiu și aliaje de aluminiu . Institutul român de standardizare București 1972 .
 - 8 STAS 8652-70 Table din aliaje de aluminiu . Institutul român de standardizare București 1970 .
 - 9 STAS 8653-70 Bare extrudate din aliaje de aluminiu . Institutul român de standardizare București 1970 .
 - 10 STAS 9021-80 Oțeluri cu granulație fină pentru construcții . Institutul român de standardizare București 1980 .
 - 11 STAS 500/3-80 Oțeluri rezistente la coroziunea atmosferică . Institutul român de standardizare București 1980 .
 - 12 STAS 505-86 Oțel laminat la cald . Table groase . Condiții tehnice de calitate . Institutul român de standardizare București 1986 .
-

-
- 13 STAS 1945-90 Oțel laminat la rece . Benzi înguste de oțel carbon . Institutul român de standardizare București 1990 .
 - 14 STAS 1946-80 Oțel laminat la cald . Tablă neagră . Institutul român de standardizare București 1980 .
 - 15 STAS 404/1-87 Țevi din oțel fără sudură , laminate la cald . . Institutul român de standardizare București 1987 .
 - 16 STAS 7737-90 Încercarea metalelor . Încercarea la îndoire alternantă a tablelor și benzilor . Institutul român de standardizare București 1990 .
 - 17 STAS 12287-85 Încercările metalelor . Încercări mecanice ale îmbinărilor sudate din bare de oțel beton . Institutul român de standardizare București 1980 .
 - 18 STAS 8859-90 Profile extrudate din aluminiu și aliaje de aluminiu . Condiții tehnice generale de calitate . Institutul român de standardizare București 1980 .
 - 19 *** Colecție STAS-uri .Metale și aliaje neferoase (Standarde și comentarii) Editura tehnică București 1973 .
 - 20 Dan Mateescu, Niculae Juncan ,Dan Precupanu , Dumitru Florescu Construcții metalice pretensionate Editura academiiei București 1989 .
 - 21 C. Dalban , S. Dima , E.Chesaru , C.Șerbescu Construcții cu structura metalică . Editura Didactică și Pedagogică București 1997 .
 - 22 *** Colecție STAS-uri Prescripții de proiectare pentru construcții civile și industriale . Vol. II Editura tehnică București 1980 .
 - 23 *** Materiale de construcții .Vol.II (Colecție stasuri) Editura tehnică București 1968
 - 24 S.Pop ,S.Tologea ,I.Puicea Îndrumătorul constructorului . Editura tehnică București 1981 .25 Ioan Caraba , Traian Breb Îndrumător pentru proiectarea construcțiilor metalice hidrotehnice. Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1988 .
-

-
- 26 Ioan Caraba Construcții metalice hidrotehnice. Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1977 .
 - 27 Mateescu D. Caraba I. Construcții metalice. Calculul și proiectarea elementelor din oțel. Editura tehnică București 1980.
 - 28 Mateescu D. Ivan M. Conducte metalice circulare cu diametru mare . Editura tehnică București 1985.
 - 29 Strătescu I. Executarea construcțiilor cu placă ortotropă .Editura tehnică București 1984.
 - 30 Miloș Livius Tăierea termică . Editura. Sedona Timișoara 1996.
 - 31 I. Buca ,O.Opran , R.Muhlbacher ,N.Popa Poduri metalice Editura didactica și pedagogică București 1981 .
 - 32 D.Mateescu L. Gădeanu, GH.Mercea R.Muhlbacher , P.Constantinescu Construcții metalice. Editura didactica și pedagogică București 1975
 - 33 N.Pătriniche P.Simnea , E.Chesaru Construcții metalice. Editura didactica și pedagogică București 1982 .
 - 34 Manual pentru calculul construcțiilor.Vol. I Editura tehnică București 1977.
 - 35 Liviu Gădeanu Carmen Konrad Construcții industriale. Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1987 .
 - 36 Gh. Mercea Construcții metalice. Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1984 .
 - 37 Liviu Gădeanu ,Zoe Regep , Ghe.Mercea Construcții metalice .Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1989 .
 - 38 Popescu V. Construcții metalice industriale. Editura tehnică București 1977 .
-

-
- 39 Dalban C., Juncan N. , Varga A. Construcții metalice Editura didactica și pedagogică București 1976 .
 - 40 Niculeescu D., Preda I. Pătrâniche N. Construcții metalice din aluminiu . Editura tehnică București 1966 .
 - 41 Dan Mateescu Construcții metalice speciale . Editura tehnică București 1962 .
 - 42 Mateescu D. ,Roșu D. , Caraba I. Construcții metalice . Exemple de calcul . Editura didactica și pedagogică București 1972 .
 - 43 G. Bia ,V. Ille , M.V. Soare Rezistența materialelor și teoria elasticității . Editura didactica și pedagogică București 1983 .
 - 44 A. Caracostea și colectivul Manual pentru calculul construcțiilor . Editura tehnică București 1977 .
 - 45 Cuteanu E. , Ardeleanu I.M. Capitole speciale de rezistența materialelor și teoria elasticității . Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1978 .
 - 46 Florescu D. , Doandș P. , Mișu T. Culegere de probleme de rezistența materialelor și teoria elasticității . Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1987 .
 - 47 Pantilie Doandș Reprezentarea corpurilor solide și intersecția lor in Autocad ,Al V-lea simpozion de Geometrie Descriptivă și Grafică asistată de calculator 17-19 iunie 1996 Timisoara.
 - 48 Pantilie Doandș Aplicații ale calculatorului în debitarea confecțiilor metalice .A VII-a Conferință Internațională de Construcții Metalice Timisoara 29-30 sep. 1994.
 - 49 I. D. Marinescu A. Tănăsescu R. Constantinescu Desfășurarea suprafețelor asistată de calculator . Editura tehnică București 1987 .
-

-
- 50 Gheorghe Amza Dănilă Barb Florica Constantinescu Sisteme ultraacustice . Editura tehnică București 1988 .
- 51 I. Balaure Sisteme și echipamente de comandă numerică Editura tehnică București 1987 .
- 52 Blakgalec Thomas Proiectarea cu circuite logice MSI și LSI standard. Editura tehnică București 1988.
- 53 Boian Florian și col. Informatica pentru elevi Editura micro-informatica Cluj 1992.
- 54 Căprariu V. Ghid de utilizare Turbo C2.0 Editura micro-informatica Cluj 1991.
- 55 Dascălu D. Turic L. Hofman I. Circuite electronice . Editura didactica și pedagogică București 1981 .
- 56 Dancea I. Microprocesoare -arhitectură internă,programare, aplicații. Editura Dacia 1979.
- 57 Dogariu D . Elemente de grafică 3-D .Editurat. tehnică și enciclopedică 1988.
- 58 Ionescu G. Dobrescu R. Traductoare pentru automatizări industriale . Editura Tehnică București 1985.
- 59 Ionescu C. Vlădeanu V. Automatizarea instalațiilor pentru construcții . Editura didactica și pedagogică București 1981 .
- 60 Groza V. Proiectarea și construcția memoriilor operative. Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1980 .
- 60 Korn Granico Microprocesoare microcalculatoare,minicalculatoare Editura tehnică București 1981.
- 61 Lucanu D. Proiectarea algoritmilor Editura universității. Al .I.Cuza Iași 1993.
-

-
- 62 Lungu Gh. Turcaci I. Pană C. Mașini unelte pentru mecanica fină. Editura didactica și pedagogică București 1981 .
 - 63 Maican Sanda Sisteme numerice cu circuite integrate Editura Tehnică . București 1980 .
 - 64 Minciu C. Predicea N. Mașini unelte cu comandă numerică Editura Tehnică București.1985.
 - 65 Mureșan T. Strugaru C. Stoinescu R. Petriu E. Microprocesorul 8080 în aplicații . Editura Facla Timișoara 1981.
 - 66 Mușlea I. C++ pentru avansați Editura micro-informatica Cluj 1994.
 - 67 Negrescu L. Limbajul C Vol I, II, III. Editura micro-informatica Cluj 1994.
 - 68 Nicolau Edmond Măsurători electrice . Editura Tehnică București1979.
 - 69 Pascariu I. Elemente finite Editura militară București 1985.
 - 70 Petrescu A și colaboratorii Totul despre calculatorul AMIC Editura tehnică București 1985.
 - 71 Popa M. Microprocesoare și microcontrolere Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1997.
 - 72 Strugaru C. Popa M. Microprocesoare pe 16 biți. Institutul Politehnic Traian Vuia Timișoara 1992.
 - 73 Toacșe Gh. Introducere în microprocesoare Editura științifică și . enciclopedică București 1986.
 - 74 Tiuca T. Precup T. Antal T. Dezvoltarea aplicațiilor cu Autocad și Autolisp. Promedia plus Timișoara 1995.
-

-
- 75 Vasiliu Virgil Laserii cu heliu- neon și aplicațiile lor. Editura științifică și .
enciclopedică București 1987.
- 76 *** Bofford Limited Catalog Mașini cu comandă numerică 1997.
- 77 *** Catalog Silicon tranzistor IPRS. Băneasa 1985.
- 78 *** Catalog Silicon diodes IPRS. Băneasa 1985.
- 79 *** Catalog motor pas cu pas Electromotor Timișoara 1986.
- 80 *** Mica enciclopedie de matematică Editura The. 1985
- 81 *** Masina HANCOCH Manual de utilizare
- 82 *** Manual de utilizare și exploatare a calculatorului TIM-S 1990
- 84 *** Manualul BASIC pentru FELIX M -18
- 85 *** Instrucțiuni de exploatare și funcționare a utilajului LOGATOM Paris 1971
- 86 *** Instrucțiuni de exploatare și funcționare a utilajului KONSBERG MINC 100
Norvegia 1975
- 87 *** Pc Word colecția reviste anii 1992-1998
- 88 *** Chip colecția reviste anii 1996-1998
- 89 *** Cad Report colecția reviste anii 1996- 1998
- 90 *** Hello Cad Fans colecția reviste anii 1991-1994
- 91 *** Autocad 12 Editura Teora Buc. 1995
- 92 *** Autocad 14 Editura Teora Buc. 1998
- 93 Automatica Catalog Echipamente și sisteme de automatizare București 1989 .
- 94 Vasile I. , Cădăriu Gh. Tăierea și prelucrarea cu flacără a materialelor metalice .
Editura Tehnică București 1978 .
- 95 Defaux .M Jet d'eau ou laser : la découpe à la carte .Technologies iulie 1985 .
-

-
- 96 Hashish M. Wear performance of alternative materials for abrasive waterjet cutting process . Flow Industries Report nr. 368 1986 .
 - 97 Mason F. Water and sand cutting American Mchinist octombrie 1989 .
 - 98 Santos O. Quintino L. Miranda R. Processamento de materias por feixe de electroes laser e jacto de aqua . I.S.Q. Lisabona 1991 .
 - 99 Santos O. Quintino L. Miranda R Corte por laser Editura I.S.Q. Lisabona 1993 .
 - 100 Vaş Al. Joni N. Chevereşan T. Aplicațiile industriale ale plasmei termice . Editura Facla Timișoara 1979 .
 - 101 *** Catalog circuite integrate digitale IPRS. Băneasa 1980.
 - 102 Belenia .E.I Metalliceskie Construcții Moskva 1976
 - 103 Aurel Gontean Mircea Băbăiță Structuri logice programabile . Editura de vest Timișoara 1997 .
 - 104 *** Texas Instruments FPGA Data Manual 1993 .
 - 105 *** INTEL Programmable Logic 1993 .
-

ANEXA 1

ELEMENTE ALE LIMBAJULUI DE PROGRAMARE BASIC

Limbajul de programare BASIC (Beginner-s All Purpose Symbolic Instruction Code) face parte din categoria limbajelor de tip conversațional. Având în vedere spațiul limitat de prezentare pentru o descriere completă a acestui limbaj se vor putea cerceta lucrările :

- Totul despre calculatorul AMIC Petrescu A [70]
 - Manual de utilizare și exploatare a calculatorului TIM-S [82]
- Manualul BASIC pentru FELIX M-18. [84]

În cele ce urmează se va face o prezentare succintă a acelor elemente de limbaj care pot interveni în cadrul schemelor logice și a programelor utilizate.

1 **CONSTANTE**

Toate constantele în limbajul Basic sunt implicit de tipul real având următoarele forme de prezentare :

200 , 144.5, +6 , -12 , +0.125 , 1.3 E 7

În limbajul Basic ca și în alte limbaje virgula zecimală se scrie prin caracterul punct (.) .

2 **VARIABLE**

Variabilele sunt reale și pot fi simple sau indexate,

Variabilele simple pot fi reprezentate printr-o singură literă sau printr-o literă urmată de mai multe caractere alfa numerice .

A , B , A12 , AC2 , F09

Variabilele indexate reprezintă elementele unui tablou cu una sau două dimensiuni.

Fiecărui tablou folosit i se atribuie o denumire ,constând dintr-o literă majusculă urmată de un indice cuprins între paranteze .

A(6) , A(i) .

În cazul variabilelor indexate ale unui tablou cu două dimensiuni după denumirea variabilei se pun doi indici în paranteză .

A(6,7) , A (i,j) .

Cei doi indici indică poziția variabilei în cadrul tabloului astfel : primul indice indică linia tabloului al doilea indice coloana tabloului.

Pentru a putea folosi variabile indexate este necesar ca înainte de apelarea variabilelor să se declare dimensiunile maxime ale tablourilor folosite prin instrucțiunea de specificare DIM astfel:

DIM B (10), A (5) , C(5,7)

3 **OPERATORI**

Operatorii folosiți în limbajul Basic pot fi aritmetici și relaționali.

Operatorii aritmetici sunt :

operator de adunare +

operator de scădere -
 operator de înmulțire *
 operator de împărțire /

Pentru ridicarea la putere se pot folosi doua moduri de scriere în funcție de mărimea exponentului astfel:

pentru ridicarea la o putere întreagă și pozitivă ≤ 4 se poate face prin înmulțirea bazei cu ea însăși de câte ori este necesar.

pentru ridicarea la o putere oarecare se face prin intermediul funcțiilor încorporate LOG(x) EXP (x).

Operatorii relaționali sunt folosiți numai în instrucțiuni de control IF pentru a determina relația dintre valorile a două expresii.

operator de egalitate ==
 operator mai mare >
 operator mai mic <
 operator mai mare sau egal >=
 operator mai mic sau egal <=
 operator neegalitate <> sau ><

4 EXPRESII

O expresie este un ansamblu alcătuit din constante, variabile sau funcții, legate între ele prin operatori aritmetici.

În expresiile fără paranteze succesiunea operațiilor aritmetice se face în următoarea ordine descrescătoare a gradelor de prioritate:

- calculul funcțiilor.
- ridicarea la putere.
- înmulțirea și împărțirea
- adunarea și scăderea .

Dacă doua sau mai multe operații de aceeași prioritate apar într-o expresie , ele se efectuează de la stînga la dreapta în ordinea întîlnirii lor , cu excepția ridicării la putere ce se efectuează de la dreapta la stînga.

Dacă într-o expresie apar paranteze , ordinea de efectuare a calculelor este de la perechea de paranteze cea mai interioară spre perechea de paranteze exterioare.

În cadrul fiecărei perechi de paranteze se păstrează regula de executare a operațiilor specifice expresiilor fără paranteze.

5 INSTRUCȚIUNI.

Orice program scris în limbajul Basic este alcătuit din mai multe instrucțiuni.

Instrucțiunea este o comandă codificată care determină efectuarea anumitor operații de prelucrare sau de transfer , respectiv operații ajutătoare asupra datelor din cadrul instrucțiunii

Fiecare instrucțiune este precedată de un număr de ordine întreg pozitiv < 9999 denumit etichetă .

Interpretarea instrucțiunilor de către calculator se face în ordinea crescătoare a numărului etichetei aferentă instrucțiuni , excepție făcînd salturile impuse de instrucțiunile de control.

Instrucțiunile sunt de două tipuri ,instrucțiuni operante și instrucțiuni inoperante.

Instrucțiunile operante cuprind codificarea operațiilor aritmetice ,logice iar instrucțiunile inoperante se adresează compilatorului punând acestuia la dispoziție informații necesare pentru organizarea programului .

Instrucțiunile aritmetice

Determină executarea unor calcule numerice prezentate sub forma de expresii aritmetice și atribuirea rezultatului lor unei variabile numerice.

Instrucțiunea aritmetică se construiește cu ajutorul cuvântului LET și are următoarea formă ;

Etichetă LET Variabilă=Expresie.

10 LET A=456+C*23.4-B

O variabilă folosită într-o expresie nedefinită în prealabil este considerată ca avînd valoarea =0.

Instrucțiunile de control sunt în număr de trei:

Instrucțiunea de control FOR...NEXT

Instrucțiunea FOR servește la realizarea de algoritmi ciclici.

Sintaxa instrucțiunii FOR este:

Etichetă FOR variabilă=expresia 1 TO expresia 2 STEP expresia 3.

Instrucțiuni care formează corpul FOR

Etichetă NEXT variabila de control a ciclului.

Variabila este de tip simplă sau indexată și folosește la controlul numărului de cicluri ce vor fi efectuate.

Instrucțiunile cuprinse între FOR și NEXT vor fi efectuate de câte ori variabila asociată lui FOR respectă condiția impusă de TO.

Dacă creșterea variabilei se face cu o unitate nu este necesar indicarea STEP expresie.

Ex.

10 FOR A=1 TO 7 STEP 2

20 LET C=A*A

30 PRINT C

40 NEXT A

Instrucțiunea de salt condiționat IF.....THEN

Condiționează calea de urmat în funcție de rezultatul unui calcul. Formatul instrucțiunii IF este:

Etichetă IF expresie 1 operator relațional expresie 2 THEN etichetă salt.

Dacă relația dintre expresia 1 și expresia 2 este adevărată , se continuă executarea programului de la eticheta indicată de THEN , iar dacă relația dintre expresia 1 și expresia 2 nu este adevărată ,se continuă executarea programului cu instrucțiunea de după IF THEN.

Ex.

40 IF x+y =sqr (I) THEN 120

Instrucțiunea de salt necondiționat GOTO

Indică o singură cale de urmat a executării programului. diferită de cea indicată de numerele de ordine ale instrucțiunilor.

Formatul instrucțiunii GOTO este:

Etichetă GOTO etichetă.

Execuția instrucțiunii constă în transferarea controlului la instrucțiunea indicată prin eticheta specificată la dreapta cuvântului GOTO.

Ex.

```
10 LET A=1
20 IF A*A<100 THEN 45
30 PRINT A
40 GOTO 60
45 LET A=A+1
50 GOTO 20
60 END
```

Instrucțiuni de intrare ieșire

Instrucțiunile de intrare ieșire determină transferul de date între memoria operativă a calculatorului și echipamentul periferic specificat.

Instrucțiunea READ

Este folosită pentru atribuirea de valori variabilelor cuprinse în lista care însoțește această instrucțiune.

Lista poate cuprinde variabile simple sau indexate separate prin virgulă în cadrul listei

Formatul instrucțiunii este:

Etichetă READ lista de variabile.

Valorile atribuite variabilelor din lista de variabile sunt citite dintr-un bloc de date definite prin instrucțiunea DATA.

Instrucțiunea DATA

Furnizează valorile necesare separate prin virgulă pentru variabilele specificate de READ . Formatul instrucțiunii este:

Etichetă DATA lista de valori.

O instrucțiune DATA nu este asociată unei anumite instrucțiuni READ ,astfel toate instrucțiunile DATA formează un bloc de date ce va fi accesat secvențial de către instrucțiunile READ.

Ex.

```
100 READ A,B,C(1),C(2)
150 DATA 1,34,-56,67.5,6,123,56,34
```

Instrucțiunea PRINT

Instrucțiunea PRINT este folosită pentru afișarea informațiilor dorite.Formatul instrucțiunii este:

Etichetă PRINT lista variabile +format de tipărire.

Lista poate cuprinde constante,variabile simple ,variabile indexate,expresii aritmetice,șiruri de caractere (mesaje) cuprinse între două perechi de apostrofi “ ” .

Spațierea între valorile tipărite poate fi făcută prin folosirea separatorilor virgulă respectiv punct și virgulă astfel : virgula crează un spațiu de 15 caractere iar ; crează un spațiu de un caracter.

Instrucțiunea INPUT

Instrucțiunea INPUT permite introducerea de valori pentru variabile. Formatul instrucțiunii este : Etichetă INPUT lista variabile.

În lista variabile conține constante și/ de caractere, variabile simple, variabile indexate inclusiv mesaje scrise între ghilimele.

Ex.

```
30 INPUT "A1=";A1
40 PRINT A1
```

Instrucțiunea de specificare DIM .

Instrucțiunea DIM permite dimensionarea tablourilor de variabile cuprinse în program.

Formatul instrucțiunii DIM este.

Etichetă DIM tablou 1(dimensiune) tablou 2 (dimensiune 1, dimensiune 2)

Dacă tabloul cuprinde variabilele indexate cu doi indici, primul indice indică numărul de linii maxime iar al doilea indice indică numărul de coloane maxime ale tabloului.

Ex.

```
20 DIM R (K+1), DIM A (5,6)
```

Instrucțiuni ajutătoare.

Instrucțiunea REM

Instrucțiunea REM permite introducerea de comentarii într-un program basic

Formatul instrucțiunii REM este:

Etichetă REM comentariu. Ex.

```
10 REM Programul de calcul a lui n!
```

Instrucțiunea END.

Instrucțiunea END indică sfârșitul programului.Formatul instrucțiunii este.

Etichetă END

```
1000 END.
```

Instrucțiunea END trebuie să aibe eticheta cu numărul cel mai mare din program.

În cadrul unui program se poate folosi un grup de instrucțiuni de mai multe ori prin folosirea de subprogram (subrutină) folosind instrucțiunea GOSUB

Instrucțiunea GOSUB

Provoacă un salt la instrucțiunea cu eticheta indicată de GOSUB și după efectuarea grupului de instrucțiuni se revine la instrucțiunea de după GOSUB.

Ex.

```
40 GOSUB 120
45 PRINT A
```

```
.120 FOR I=-2 TO 10
130 A=2+I
```

Instrucțiuni grafice .

Instrucțiunile grafice permit desenarea de elemente grafice de tipul: cerc,dreptunghi,linie,arc,bara.

Instrucțiunea CIRCLE.

Permite trasarea unui cerc cu centrul în punctul de coordonate X,Y cu raza R.
45 CIRCLE X,Y,R

Instrucțiunea DRAW

Permite desenarea unui segment de dreaptă ce unește ultimul punct desenat cu PLOT sau alt DRAW și punctul de coordonate X1,Y1 indicate de instrucțiunea DRAW.
Ex.

```
400 PLOT 30,45
410 DRAW X1,Y1
```

6 FUNCȚII BASIC

În cadrul limbajului Basic se pot folosi funcțiile implicite de mai jos:

```
ABS (X) calculează valoarea absolută a lui X
INT (X) calculează partea întreagă a lui X
COS (X) calculează COS din X exprimat în radiani.
SIN (X) calculează SIN din X exprimat în radiani
TAN (X) calculează TAN din X exprimat în radiani
ATN (X) calculează ARCTN (X) rezultatul este în radiani.
SQR (X) calculează radical de ordin 2 din X X>=0.
EXP (X) calculează e (2.74..) la puterea X
LOG (X) calculează LN din X X>0
```

Acest limbaj BASIC este folosit în cazul conceperii și programării modelului funcțional ce face subiectul tezei de doctorat .

Limbaje folosite pentru crearea de programe necesare programării mașinilor de debitat folosite sunt funcție de tipul mașinii astfel:

```
limbajul C C ++
limbajul Autolisp
limbajul Fortran
limbajul APT-RCV
```

În continuare se prezintă limbajul APT-RCV folosit la programarea mașinilor cu comandă numerică , de tip mașini de prelucrare prin așchiere.

7 ELEMENTELE LIMBAJULUI APT-RCV

Limbajul APT-RCv folosește următoarele caractere:

Caractere alfa numerice 26 litere ale alfabetului latin.

Caractere numerice 10 cifre arabe 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0.

Caractere speciale în număr de 13.

paranteze deschise	îchise	()
semnul plus		+
semnul minus		-
semnul egal		=
semnul asterix		*
semnul de fracție		/
semnul monetar		\$
dublu semn monetar		\$\$
punct		.
virgulă		,
spațiul liber		

Cuvintele limbajului se alcătuiesc folosind caractere alfa -numerice.

Cuvintele sunt compuse din max 6 caractere și se împart în două categorii:
cuvinte rezervate, cuvinte utilizator.

Cuvintele utilizator se împart în :

- valori scalare
- variabile
- tablouri
- simboluri pentru subprograme
- etichete

Definirea unui simbol trebuie făcută înainte de a se face prima referință la el.

În procesul de calcul variabilele sunt considerate ca numere reale

Cuvintele rezervate sunt realizate din 1-6 caractere alfabetice care reprezintă
cuvinte prescurtate ale elementelor geometrice.

Elemente geometrice POINT,CIRCLE,LINE

Funcțiuni ale mașini TOOLNO,FEDRAT

Mișcări de poziționare GOTO

Funcții logice IF

Cuvintele rezervate sunt de două tipuri : MAJORE ,MINORE

Cuvintele MAJORE sunt poziționate la stînga instrucțiunii , iar cele MINORE sunt
situate la dreapta cuvintelor MAJORE.

FROM/SP

GOTO/PAT1

RAPID

STOP

Cuvintele FROM, GOTO, RAPID, STOP reprezintă cuvinte MAJORE.

Cuvintele SP, PATI.sunt cuvinte MINORE , ele sunt separate prin caracterul /
față de cuvintele MAJORE.

Pentru declararea unei drepte este necesar rezervarea spațiului de memorie prin
instrucțiunea RESERV/L2,1

Pentru indicarea poziției drepte se vor da coordonatele punctelor ce delimitează
dreapta astfel: L2=LINE/1.23,-34.5,45,56

Pentru introducerea de comentariu în cadrul programului , se folosește dublu caracter \$.

\$\$ Început de program.

Informațiile din linia de comentare nu sunt prelucrate de calculator , ele fiind folosite de programator pentru întocmirea programului.

Introducerea programului se face pe cartele cu 80 de coloane.

Fiecare rând din program se perforază pe câte o cartelă.

Linia de program se împarte în șase zone astfel:

zona 1 coloana 1-6 etichete și simboluri.

zona 2 coloana 8 semn de afectare.

zona 3 coloana 10-15 cuvânt MAJOR.

zona 4 coloana 16 semn /

zona 5 coloana 17-72 argumente și modificator de instrucțiuni.

zona 6 coloana 73-80 secvențe.

În anumite situații se poate scrie din coloana 1 până la terminarea instrucțiunii astfel:

P3=POINT/SMALL.INTOF,L1 L2

Limbajul APT -RCV are restricții privind caractere majuscule- minuscule astfel:

Cuvintele rezervate pentru limbaj se scriu cu caractere majuscule

Simbolurile care definesc elemente geometrice se scriu cu caractere majuscule iar primul caracter va fi S.

Cuvintele de tip simbol scalar, fie un număr ,se scriu cu minuscule.

ANEXA 2**PROGRAMUL PRINCIPAL**

```
10 PRINT "Cate laturi (k) sunt ?": INPUT k
20 DIM R(k+1): DIM d(k+1): DIM a(k+1): DIM b(k+1): DIM c(k+1,2):
DIM e(k+1,2): DIM h(k+1,2): DIM p(k+1,2): DIM f(k+1):
DIM x(k+1): DIM y(k+1): DIM n(k+1): DIM m(k+1): DIM p(k+1):
DIM u(k+1)
30 FOR i=1 TO k: CLS : PRINT "i=";i: PRINT "x(";i;")=?": INPUT x(i):
CLS : PRINT "i=";i: PRINT "x(";i;")=";x(i): PRINT "y(";i;")=?": INPUT y(i):
CLS : PRINT "Ce este f(";i;")?":
PRINT "Daca este dreapta apasa 1":
PRINT "Daca este cerc apasa 2":
PRINT "Dacaeste elipsa apasa 3":
PRINT "Daca este hiperbola apasa 4":
PRINT "Daca este parabola apasa 5": PRINT :
PRINT "Alege f(";i;")=?": INPUT f(i)
35 IF i<>1 THEN GO TO 40
36 LET x(k+1)=x(1): LET y(k+1)=y(1): LET f(k+1)=f(1)
40 IF f(i)=1 THEN GO TO 190
50 IF f(i)<>2 THEN GO TO 70
60 CLS : PRINT "Raza cercului R(";i;")=?":INPUT R(i): CLS :
```

```
PPRINT "Centrul cercului":  
  
PRINT "NOTA daca nu se cunosc coordonatele centrului se dau valori arbitrare":  
  
PRINT "c(";i;",1)=?":  
  
INPUT c(i,1): CLS : PRINT "Centrul cercului":  
  
PRINT "c(";i;",1)=",c(i,1): PRINT "c(";i;",2)=?": INPUT c(i,2):  
  
CLS  
  
65 IF i<>1 THEN GO TO 190  
  
66 LET R(k+1)=R(1): LET c(k+1,1)=c(1,1): LET C(k+1,2)=c(1,2):  
  
GO TO 190  
  
70 IF f(i)<>3 THEN GO TO 90  
  
80 CLS : PRINT "Centrul elipsei": PRINT "e(";i;",1)=?":  
  
INPUT e(i,1): CLS : PRINT "Centrul elipsei":  
  
PRINT "e(";i;",1)=",e(i,1): PRINT "e(";i;",2)=?": INPUT e(i,2):  
  
CLS : PRINT "Axele elipsei": PRINT "a(";i;",1)=?": INPUT a(i):  
  
CLS : PRINT "Axele elipsei": PRINT "a(";i;",1)=",a(i): PRINT "b(";i;",1)=?":  
  
INPUT b(i):CLS  
  
85 IF i<>1 THEN GO TO 190  
  
86 LET e(k+1,1)=e(1,1): LET e(k+1,2)=e(1,2): LET a(k+1)=a(1):  
  
LET b(k+1)=b(1): GO TO 190  
  
90 IF f(i)<>4 THEN GO TO 110  
  
100 CLS : PRINT "Centrul hiperbolei": PRINT "h(";i;",1)=?":  
  
INPUT h(i,1): CLS : PRINT "Centrul hiperbolei":
```

```
PRINT "h(";1;";",1)=";h(i,1): PRINT "h(";i;";",2)="?: INPUT h(i,2): CLS :
PRINT "Axele hiperbolei": PRINT "a(";i;")="?: INPUT a(i): CLS :
PRINT "Axele hiperbolei": PRINT "a(";i;")=";a(i): PRINT "b(";i;")="?:
INPUT b(i):
CLS
105 IF i<>1 THEN GO TO 190
106 LET h(k+1,1)=h(1,1):LET h(k+1,2)=h(1,2): LET a(k+1)=a(1):
LET b(k+1)=b(1): GO TO 190
110 IF f(i)<>5 THEN GO TO 130
120 CLS : PRINT "Centrul parabolei": PRIN "p(";i;";",1)="?:
INPUT p(i,1): CLS : PRINT "Centrul parabolei =": INPUT d(i): CLS
125 IF i<>1 THEN GO TO 190
126 LET p(k+1,1)=p(1,1): LET p(k+1,2)=p(1,2): LET d(k+1)=d(1):
GO TO 190
190 NEXT i: LET x(k+1)=x(1): LET y(k+1)=y(1): GO TO 500
200 IF a=0 THEN GO TO 280
210 LET g=ATN (b/a)
220 IF a>=0 AND b>=0 THEN GO TO 320
230 IF a<0 AND b>=0 OR a<0 AND b<0 THEN GO TO 260
240 LET g=2*PI-ABS g
250 GO TO 320
```

```
260 LET g=PI+g
270 GO TO 320
280 IF b>=0 THEN GO TO 310
290 LET g=-PI/2
300 GO TO 320
310 LET g=PI/2
320 RETURN
350 IF a>=0 THEN GO TO 370
360 POKE 65061,0: GO TO 380
370 POKE 65061,128
380 IF b>=0 THEN GO TO 400
390 POKE 65062,0: GO TO 410
400 POKE 65062,128
410 LET a=ABS a: LET b=ABS b
420 POKE 65063,(a-(INT (a/256))*256): POKE 65064,INT (a/256)
430 POKE 65065,(b-(INT (b/256))*256): POKE 65066,INT (b/256)
440 RANDOMIZE USR 64512
450 RETURN
500 POKE 65075,140: POKE 65076,184: POKE 65077,140:
    POKE 65078,184: POKE 65079,211: POKE 65080,248
510 CLS : PRINT "Fanta d=?": INPUT d
540 FOR i=1 TO k
```

```
550 IF x(i)=x(i+1) THEN GO TO 700
560 IF y(i+1)=y(i) THEN GO TO 690
570 LET m(i)=(y(i+1)-y(i))/(x(i+1)-x(i)):
LET n(i)=(x(i+1)*y(i)-y(i+1)*x(i))/(x(i+1)-x(i)): LET w=ATN m(i)
580 IF n(i)<>0 THEN GO TO 620
590 IF m(i)>0 THEN GO TO 610
600 LET u(i)=3*PI/2-ABS w: LET p(i)=0: GO TO 710
610 LET u(i)=w+PI/2: LET p(i)=0: GO TO 710
620 IF n(i)>0 THEN GO TO 660
630 IF m(i)>0 THEN GO TO 650
640 LET u(i)=w+(3/2)*PI: LET p(i)=ABS (n(i)*SIN (PI/2+w)):
GO TO 710
660 IF m(i)>0 THEN GO TO 680
670 LET u(i)=w+PI/2: LET p(i)=ABS (n(i)*SIN (PI/2-ABS w)):
GO TO 710
680 LET u(i)=w+PI/2: LET p(i)=ABS (n(i)*SIN (PI/2-w)):
GO TO 710
690 LET u(i)=PI/2: LET p(i)=y(i): GO TO 710
700 LET u(i)=0: LET p(i)=x(i)
710 IF i<>1 THEN GO TO 716
715 LET u(k+1)=u(1): LET p(k+1)=p(1)
716 NEXT i
```

```
717 IF d=0 THEN GO TO 720
718 GO SUB 800
719 GO SUB 3000
720 FOR i=1 TO k
730 IF f(i)<>1 THEN GO TO 1500
740 LET a=x(i+1)-x(i): LET b=y(i+1)-y(i)
750 GO SUB 350
760 NEXT i
770 GO TO 6000
800 FOR i=1 TO k
805 IF f(i)<>1 THEN GO TO 860
810 CLS : PRINT " Daca FANTA este sus sau in dreapta se atribu
ie lui f valoarea (1) altfel (0)": PRINT "f=?":
INPUT f
820 IF f=1 AND u(i)>=0 AND u(i)<PI THEN LET p(i)=p(i)+d
830 IF f=0 AND u(i)>=0 AND u(i)<PI THEN LET p(i)=p(i)-d
840 IF f=1 AND u(i)>=PI AND u(i)<PI THEN LET p(i)=p(i)-d
850 IF f=0 AND u(i)>=PI AND u(i)<2*PI THEN LET p(i)=p(i)+d
855 NEXT i
856 RETURN
860 IF f(i)<>2 THEN GO TO 1490
```

```
870 CLS : PRINT "Daca FANTA este exterioara se atribuie lui f valoarea (1)
      altfel (0)":

PRINT " f=?": INPUT f

880 IF f=1 THEN LET R(i)=R(i)+d
890 IF f=0 THEN LET R(i)=R(i)-d
900 NEXT i

901 RETURN

1490 NEXT i

1491 RETURN

1500 IF f(i)<>2 THEN GO TO 2000

1505 FOR j=1 TO 20: POKE (63999+j),0: NEXT j

1510 LET R=R(i): LET a=x(i+1)-x(i): LET b=y(i+1)-y(i):
LET e=a*a+b*b: LET e=SQR e: LET de=ABS (R*R-(e/2)*(e/2)):
LET de=SQR de:LET cx=(x(i)+x(i+1))/2: LET cy=(y(i)+y(i+1))/2

1515 POKE 65047,INT (R/256): POKE 65046,(R-(INT (R/256))*256

1520 GO SUB 200

1530 LET g1=g: LET g2=g+PI: LET ox1=cx+de*COS (g1+PI/2):
LET oy1=cy+de*SIN (g1+PI/2): LET ox2=cx+de*COS (g2+PI/2):
LET oy2=cy+de*SIN (g2+PI/2)

1540 DIM g(2): DIM h(2,2)

1550 LET a=x(i)-ox1: LET b=y(i)-oy1
```

```
1560 GO SUB 200
1570 LET h(1,1)=g
1580 LET a=x(i+1)-ox1: LET b=y(i+1)-oy1
1590 GO SUB 200
1600 LET h(1,2)=g
1610 LET a=x(i)-ox2: LET b=y(i)-oy2
1620 GO SUB 200
1630 LET h(2,1)=g
1640 LET a=x(i+1)-ox2: LET b=y(i+1)-oy2
1645 GO SUB 200
1650 LET h(2,2)=g
1651 PRINT "PRIVESTE conturul din exterior"
1652 PRINT
1653 PRINT "DACA arcul este concav si <=180 grade APASA 1"
1654 PRINT
1655 PRINT "DACA arcul este concav si >180 grade APASA 4"
1656 PRINT
1657 PRINT "DACA arcul este convex si <=180 grade APASA 3"
1658 PRINT
1659 PRINT "DACA arcul este convex si >180 grade APASA 2"
1660 IF INKEYJ="1" THEN GO TO 1710
1670 IF INKEYJ="2" THEN GO TO 1720
```

```
1680 IF INKEYJ="3" THEN GO TO 1730
1690 IF INKEYJ="4" THEN GO TO 1740
1700 GO TO 1660
1710 LET g(1)=h(1,1): LET g(2)=h(1,2): POKE 64031,0: GO TO 1750
1720 LET g(1)=h(1,2): LET g(2)=h(1,1): POKE 64031,1: GO TO 1750
1730 LET g(1)=h(2,2): LET g(2)=h(2,1): POKE 64031,1: GO TO 1750
1740 LET g(1)=h(2,1): LET g(2)=h(2,2): POKE 64031,0: GO TO 1750
1750 LET g(1)=INT (g(1)*1000): LET g(2)=INT (g(2)*1000):
LET gh1=INT (g(1)/256): LET gl1=g(1)-gh1*256:
LET gh2=INT (g(2)/256):
LET gl2=g(2)-gh2*256
1755 IF g(1)<=1570 AND g(1)>=1 THEN GO TO 1905
1760 IF g(1)<=3142 AND g(1)>=1571 THEN GO TO 1860
1765 IF g(1)<=4712 AND g(1)>=3142 THEN GO TO 1815
1770 IF g(2)<=1570 AND g(2)>=1 THEN GO TO 1810
1775 IF g(2)<=3141 AND g(2)>=1571 THEN GO TO 1805
1780 IF g(2)<=4712 AND g(2)>=3142 THEN GO TO 1800
1785 IF g(2)>g(1) THEN GO TO 1795
1790 LET t=1: GO SUB 1957: LET t=2: GO SUB 1958: LET t=3:
GO SUB 1959: LET t=4: GO SUB 1960: LET t=5: GO SUB 1956:
GO TO 1970
1795 LET t=1: GO SUB 1965: GO TO 1970
```

1800 LET t=1: GO SUB 1957: LET t=2: GO SUB 1958: LET t=3:
GO SUB 1959: LET t=4: GO SUB 1954: GO TO 1970

1805 LET t=1: GO SUB 1957: LET t=2: GO SUB 1958: LET t=3:
GO SUB 1952: GO TO 1970

1810 LET t=1: GO SUB 1957: LET t=2: GO SUB 1950: GO TO 1970

1815 IF g(2)<=1570 AND g(2)>=1 THEN GO TO 1855

1820 IF g(2)<=3141 AND g(2)>=1571 THEN GO TO 1850

1825 IF g(2)<=4712 AND g(2)>=3142 THEN GO To 1835

1830 LET t=1: GO SUB 1955: LET t=2: GO SUB 1956: GO TO 1970

1835 IF g(2)>g(1) THEN GO TO 1845

1840 LET t=1: GO SUB 1955: LET t=2: GO SUB 1961: LET t=3:
GO SUB 1958: LET t=4: GO SUB 1959: LET T=5: GO SUB 1954:
GO TO 1970

1845 LET t=1: GO SUB 1964: GO TO 1970

1850 LET t=1: GO SUB 1955: LET t=2: GO SUB 1961: LET t=3:
GO SUB 1958: LET t=4: GO SUB 1952: GO TO 1970

1855 LET t=1: GO SUB 1955: LET t=2: GO SUB 1961: LET t=3:
GO SUB 1950: GO TO 1970

1860 IF g(2)<=1 AND g(2)>=1570 THEN GO TO 1900

1865 IF g(2)>=1571 AND g(2)<=3141 THEN GO TO 1885

1870 IF g(2)<=4712 AND g(2)>=3142 THEN GO TO 1880

1875 LET t=1: GO SUB 1953: LET t=2: GO SUB 1960: LET t=3:

```
GO SUB 1956: GO TO 1970

1880 LET t=1: GO SUB 1953: LET t=2: GO SUB 1954: GO TO 1970

1885 IF g(2)>g(1) THEN GO TO 1895

1890 LET t=1: GO SUB 1953: LET t=2: GO SUB 1960: LET t=3:
GO SUB 1961: LET t=4: GO SUB 1958: LET t=5: GO TO 1970

1895 LET t=1: GO SUB 1963: GO TO 1970

1900 LET t=1: GO SUB 1953: LET t=2: GO SUB 1960: LET t=3:
GO SUB 1961: LET t=4: GO SUB 1950: GO TO 1970

1905 IF g(2)<1570 AND g(2)>=1 THEN GO TO 1935

1910 IF g(2)<=3141 AND g(2)>=1571 THEN GO TO 1930

1915 IF g(2)<=4712 AND g(2)>=3142 THEN GO TO 1925

1920 LET t=1: GO SUB 1951: LET t=2: GO SUB 1959: LET t=3:
GO SUB 1960: LET t=4: GO SUB 1956: GO TO 1970

1925 LET t=1: GO SUB 1951: LET t=2: GO SUB 1959: LET t=3:
GO SUB 1954: GO TO 1970

1930 LET t=1: GO SUB 1951: LET t=2: GO SUB 1952: GO TO 1970

1935 IF g(2)>g(1) THEN GO TO 1945

1940 LET t=1: GO SUB 1951: LET t=2: GO SUB 1959: LET t=3:
GO SUB 1960: LET t=4: GO SUB 1961: LET t=5: GO SUB 1950: GO TO 1970

1945 LET t=1: GO SUB 1962: GO TO 1970

1950 POKE 63996+4*t,1: POKE 63997+4*t,160: POKE 63998+4*t,g12:
POKE 63999+4*t,(160+gh2): POKE 64019+t,8. RETURN
```

1951 POKE 63996+4*t,g11: POKE 63997+4*t,(160+GH1):
POKE 63998+4*t,34: POKE 63999+4*t,166:POKE 64019+t,8: RETURN

1952 POKE 63996+4*t,35:POKE 63997+4*t,166:
POKE 63998+4*t,g12:
POKE 63999+4*t,(160+gh2): POKE 64019+t,0: RETURN

1953 POKE 63996+4*t,g11: POKE 63997+4*t,(160+gh1):
POKE 63998+4*t,69: POKE 63999+4*t,172: POKE 64019+t,0: RETURN

1954 POKE 63996+4*t,70: POKE 63997+4*t,172: POKE 63998+4*t,g12:
POKE 63999+4*t,(160+gh2): POKE 64019+t,2: RETURN

1995 POKE 63996+4*t,g11: POKE 63997+4*t,(160+gh1):
POKE 63998+4*t,104: POKE 63999+4*t,178: POKE 64019+t,2: RETURN

1956 POKE 63996+4*t,105: POKE 63997+4*t,178:
POKE 63998+4*t,g12 : POKE 63999+4*t,(160+gh2):
POKE 64019+t,10:RETURN

1957 POKE 63996+4*t,g11: POKE 63997+4*t,(160+gh1):
POKE 63998+4*t,139: POKE 63999+4*t,184: POKE 64019+t,10: RETURN

1958 POKE 63996+4*t,1:POKE 63997+4*t,160: POKE 63998+4*t,34:
POKE 63999+4*t,166: POKE 64019+t,8: RETURN

1959 POKE 63996+4*t,35: POKE 63997+4*t,166: POKE 63998+4*t,69:
POKE 63999+4*t,172: POKE 64019+t,0: RETURN

1960 POKE 63996+4*t,70: POKE 63997+4*t,172: POKE 63998+4*t,104:
POKE 63999+4*t,178: POKE 64019+t,2: RETURN

1961 POKE 63996+4*t,105: POKE 63997+4*t,178: POKE 63998+4*t,139:
POKE 63999+4*t,184: POKE 64019+t,10: RETURN

1962 POKE 63996+4*t,g11: POKE 63997+4*t,(160+gh1):
POKE 63998+4*t,g12: POKE 63999+4*t,(160+gh2):
POKE 64019+t,8: RETURN

1963 POKE 63996+4*t,g11: POKE 63997+4*t,(160+gh1):
POKE 63998+4*t,g12: POKE 63999+4*t,(160+gh2):
POKE 64019+t,0: RETURN

1964 POKE 63996+4*t,g11: POKE 63997+4*t,(160+gh1):
POKE 63998+4*t,g12: POKE 63999+4*t,(160+gh2):
POKE 64019+t,2: RETURN

1965 POKE 63996+4*t,g11: POKE 63997+4*t,(160+gh1):
POKE 63998+4*t,g12: POKE 63999+4*t,(160+gh2):
POKE 64019+t,10: RETURN

1970 RANDOMIZE USR 64065

1975 LET a=x(i+1)-(x(i)+256*PEEK64057+PEEK 64056-256*
PEEK 64059- PEEK 64058):
LET b=y(i+1)-(y(i)+256*PEEK 64061+PEEK 64060-256*
PEEK 64063-PEEK 64062)

1980 GO SUB 350

1985 NEXT i

2000 IF f(i)>3 THEN GO TO 2500

```
3000 FOR i=1 TO k: LET vx=x(i+1): LET vy=y(i+1)
3010 IF f(i)<>1 OR f(i+1)<>1 THEN GO TO 3280
3020 IF u(i)=PI/2 THEN GO TO 3270
3030 IF u(i)=3/2*PI THEN GO TO 3240
3040 IF u(i+1)=PI/2 THEN GO TO 3230
3050 IF u(i+1)=3*PI/2 THEN GO TO 3200
3060 IF u(i)=0 THEN GO TO 3190
3070 IF u(i)=PI THEN GO TO 3160
3080 IF u(i+1)=0 THEN GO TO 3150
3090 IF u(i+1)=PI THEN GO TO 3120
3100 LET suma=SIN (u(i+1))*COS (u(i))-SIN (u(i))*COS (u(i+1)):
LET x(i+1)=((p(i)*SIN (u(i+1)))-p(i+1)*SIN (u(i)))/suma:
LET y(i+1)=((p(i+1)*COS (u(i))-p(i)*COS (u(i+1))))/suma
3110 NEXT i
3115 RETURN
3120 LET x(i+1)=-p(i+1)
3130 LET y(i+1)=(p(i)-x(i+1)*COS (u(i)))/SIN u(i)
3140 NEXT i
3145 RETURN
3150 LET x(i+1)=p(i+1): GO TO 3130
3160 LET x(i+1)=-p(i)
3170 LET y(i+1)=(p(i+1)-x(i+1)*COS ((u(i+1))))/SIN u(i+1)
```

```
3180 NEXT i
3185 RETURN
3190 LET x(i+1)=p(i): GO TO 3170

3200 LET y(i+1)=-p(i+1)
3210 LET x(i+1)=p(i)-y(i+1)*SIN (u(i))/COS (u(i))
3220 NEXT i
3230 LET y(i+1)=p(i+1): GO TO 3210
3240 LET y(i+1)=-p(i)
3250 LET x(i+1)=(p(i+1)-y(i+1)*SIN (u(i+1)))/COS (u(i+1))
3260 NEXT i
3265 RETURN
3270 LET y(i+1)=p(i): GO TO 3250
3280 IF f(i)<>1 THEN GO TO 3670
3290 IF u(i)<>PI/2 THEN GO TO 3410
3300 LET y(i+1)=p(i): LET SIN=(y(i+1)-c(i+1)-c(i+1,2))/R(i+1)
3310 IF SIN<0 THEN GO TO 3390
3320 LET ALFA=ACS SIN: LET ax=c(i+1,1)+R(i+1)*COS ALFA
3330 LET ALFA=PI-ALFA: LET bx=c(i+1,1)+R(i+1)*COS ALFA
3340 LET dvax=ABS (ABS vx-ABS ax): LET dvbx=ABS (ABS vx-ABS bx)
3350 IF dvax>dvbx THEN GO TO 3370
3360 LET x(i+1)=ax: GO TO 3380
```

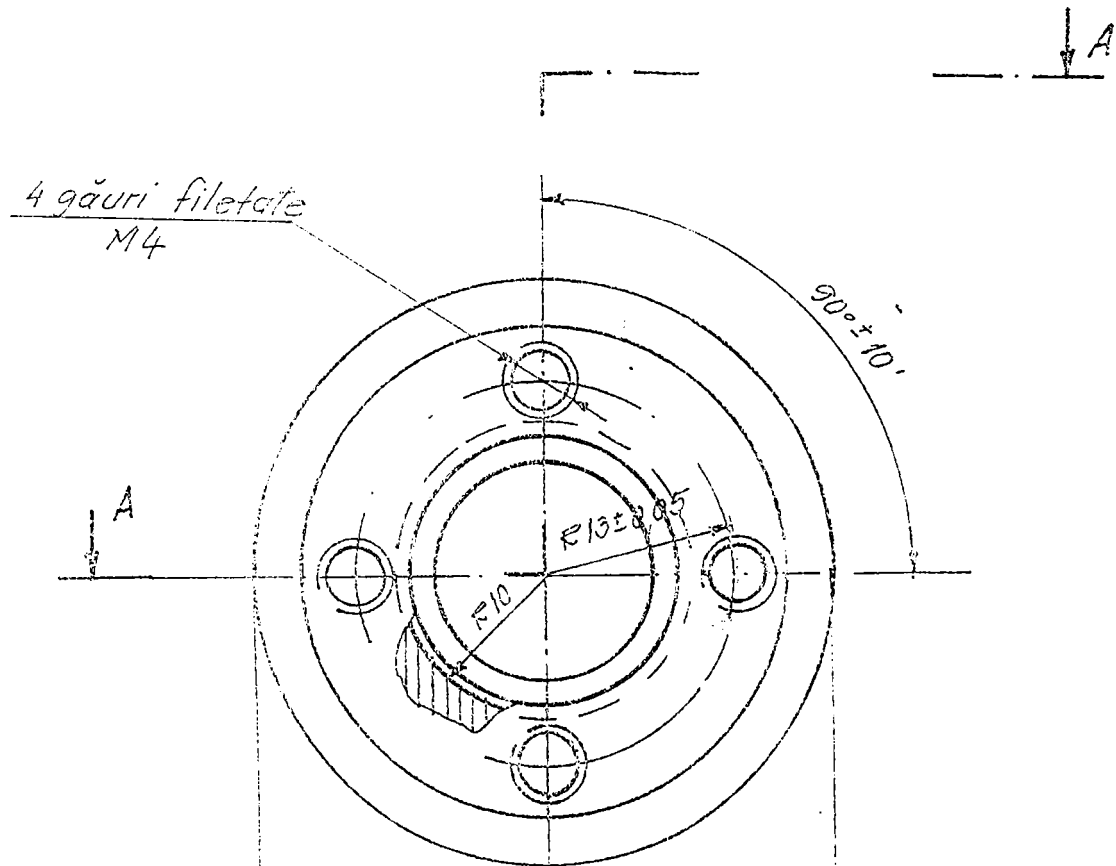
```
3370 LET x(i+1)=bx
3380 NEXT i
3385 RETURN
3390 LET ALFA=2*PI+ASN SIN: LET ax=c(i+1,1)+R(i+1)*COS ALFA
3400 LET ALFA=PI-ASN SIN: LET bx=c(i+1,1)+R(i+1)*COS ALFA:
GO TO 3340
3410 IF u(i)<>3*PI/2 THEN GO TO 3430
3420 LET y(i+1)=-p(i): LET SIN=(y(i+1)-c(i+1,2))/R(i+1):
GO TO 3310
3430 IF u(i)<>0 THEN GO TO 3530
3440 LET x(i+1)=p(i): LET COS=(x(i+1)-c(i+1,1))/R(i+1)
3450 PRINT
3460 LET ALFA=ACS COS: LET ay=c(i+1,2)+R(i+1)*SIN ALFA
3470 LET ALFA=PI*2-ALFA: LET by=c(i+1,2)+R(i+1)*SIN ALFA
3480 LET dvay=ABS (ABS vy-ABS ay): LET dvby=ABS (ABS vy-ABS by)
3490 IF dvay<dvby THEN GO TO 3510
3500 LET y(i+1)=by: GO TO 3520
3510 LET y(i+1)=ay
3520 NEXT i
3525 RETURN
3530 IF u(i)<>PI THEN GO TO 3550
3540 LET x(i+1)=-p(i): LET cos=(x(i+1,1))/R(i+1): GO TO 3460
```

```
3550 LET cos=(p(i)-c(i+1,1))*COS u(i)-c(i+1,2)*SIN u(i))/R(i+1)
3560 LET alfa=u(i)+ACS cos
3570 LET ax=c(i+1,1)+R(i+1)*COS alfa:
LET ay=c(i+1,2)+R(i+1)*SIN alfa
3580 LET da=ABS (ABS vx-ABS ax)+ABS (ABS vy-ABS ay)
3590 LET alfa=u(i)-ACS cos
3600 LET bx=c(i+1,1)+R(i+1)*COS alfa:
LET by=c(i+1,2)+R(i+1)*SIN alfa
3610 LET db=ABS (ABS vx-ABS bx)+ABS (abs vy-ABS by)
3620 IF da<db THEN GO TO 3650
3630 LET x(i+1)=bx: LET y(i+1)=by
3640 GO TO 3660
3650 LET x(i+1)=ax: LET y(i+1)=ay
3660 NEXT i
3665 RETURN
3670 IF f(i+1)<>1 THEN GO TO 3700
3680 LET u(i)=u(i+1): LET p(i)=p(i+1): LET c(i+1,1)=c(i,1):
LET c(i+1,2)=c(i,2): LET R(i+1)=R(i)
3690 GO TO 3290
3900 IF y(i)=y(i+1) THEN GO TO 3992
3910 LET dx=(c(i+1,1)-c(i,1))/R(i): LET dy=(c(i+1,2)-c(i,2))/R(i):
LET ra=R(i+1)/R(i)
```

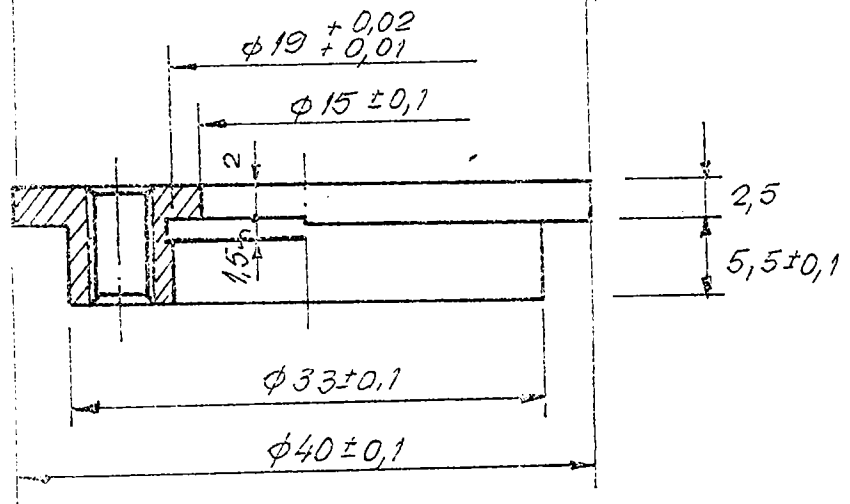
```
3920 LET z=((1-ra*ra-dx*dx-dy*dy)*(1-ra*ra-dx*dx-dy*dy)-4*ra*ra*
dx*dx)/(4*ra*ra*(dy*dy+dx*dx)):
LET v=((1-ra*ra-dx*dx-dy*dy)*dy)/(2*da*dy*dy+dx*dx))
3930 IF ABS (v+z)~1 THEN GO TO 3960
3940 LET beta=ASN (v+z)
3950 LET ax=c(i+1,1)+R(i+1)*COS beta:
LET ay=c(i+1,2)+R(i+1)*SIN beta:
LET da=ABS (ABS vx-ABS ax)+ABS (ABS vy-ABS ay)
3960 LET beta=ASN (v-z)
3970 LET bx=c(i+1,1)+R(i+1)*COS beta:
LET by=c(i+1,2)+R(i+1)*SIN beta:
LET db=ABS (ABS vx-ABS bx)+ABS (ABS vy-ABS by)
3980 IF da<=db THEN GO TO 3992
3990 LET x(i+1)=bx: LET y(i+1)=by
3991 GO TO 3993
3992 LET x(i+1)=ax: LET y(i+1)=by
3993 NEXT i
3994 RETURN
4000 IF f(i)<>5 THEN GO TO 4500
6000 CLS : PRINT "EXECUTIE daca se apasa E"
6010 IF INKEYJ="E" THEN GO TO 6025
6020 GO TO 6010
```

```
6025 CLS : PRINT "EXECUTIA se face cu viteza V=? pasi/sec": INPUT V
6030 CLS : PRINT "EXECUTIA se face cu viteza V=";V;" pasi/sec"
6040 LET n=28000/v: LET h=INT (n/V): LET l=n-h*256
6050 POKE 65087,l: POKE 65088,h

6060 LET n=n*1.4: LET h=INT (n/256): LET l=n-h*256
6070 POKE 65089,l: POKE 65090,h
6080 RANDOMIZE USR 65091
6090 GO TO 8500
7000 INPUT a: PRINT PEEK a
7010 GO TO 7000
7500 FOR i=1 TO 1000:
PRINT (63687+i);" ";PEEK (63687+i):
NEXT i
7510 GO TO 8500
8000 FOR i=1 TO 15: INPUT a:
POKE (63587+i),a: PRINT (63587+i);" ";a:
NEXT i
8500 CLS : PRINT "PRIN RUN SE CREAZA UN FISIER"
8510 PRINT
8520 PRINT "SE REPETA EXECUTAREA PRIN GO TO 6080"
```

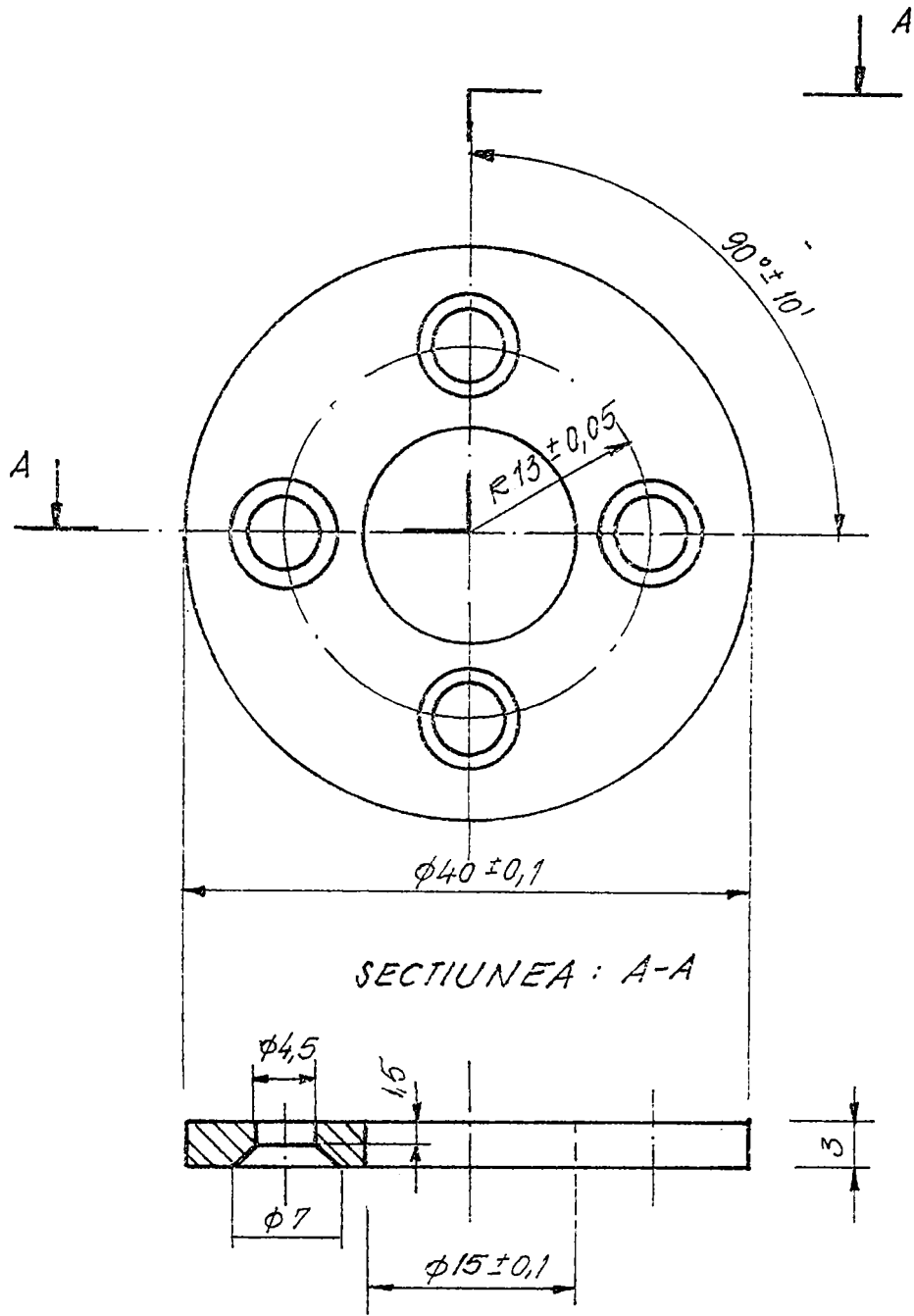


SECȚIUNEA : A-A



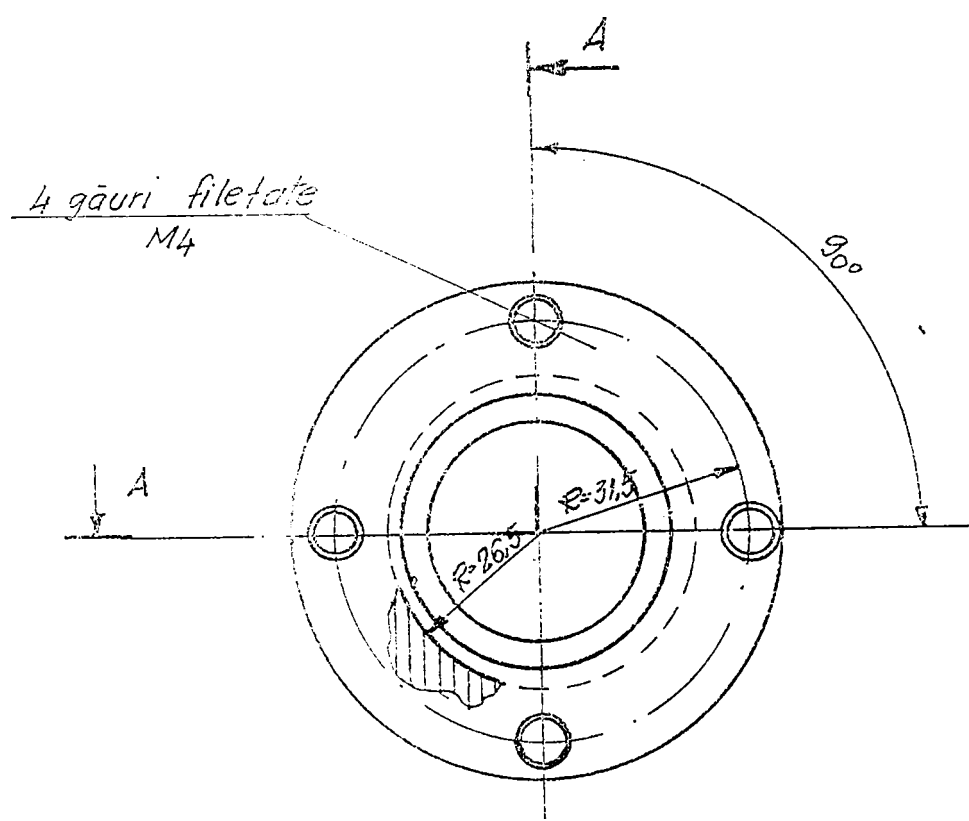
Scara : 2 : 1

FIG A.1



Scara 2:1

FIG. A.2



SECȚIUNEA : A-A

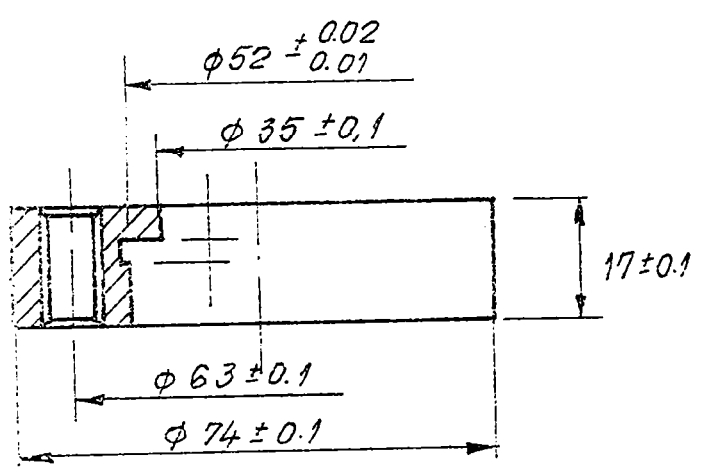
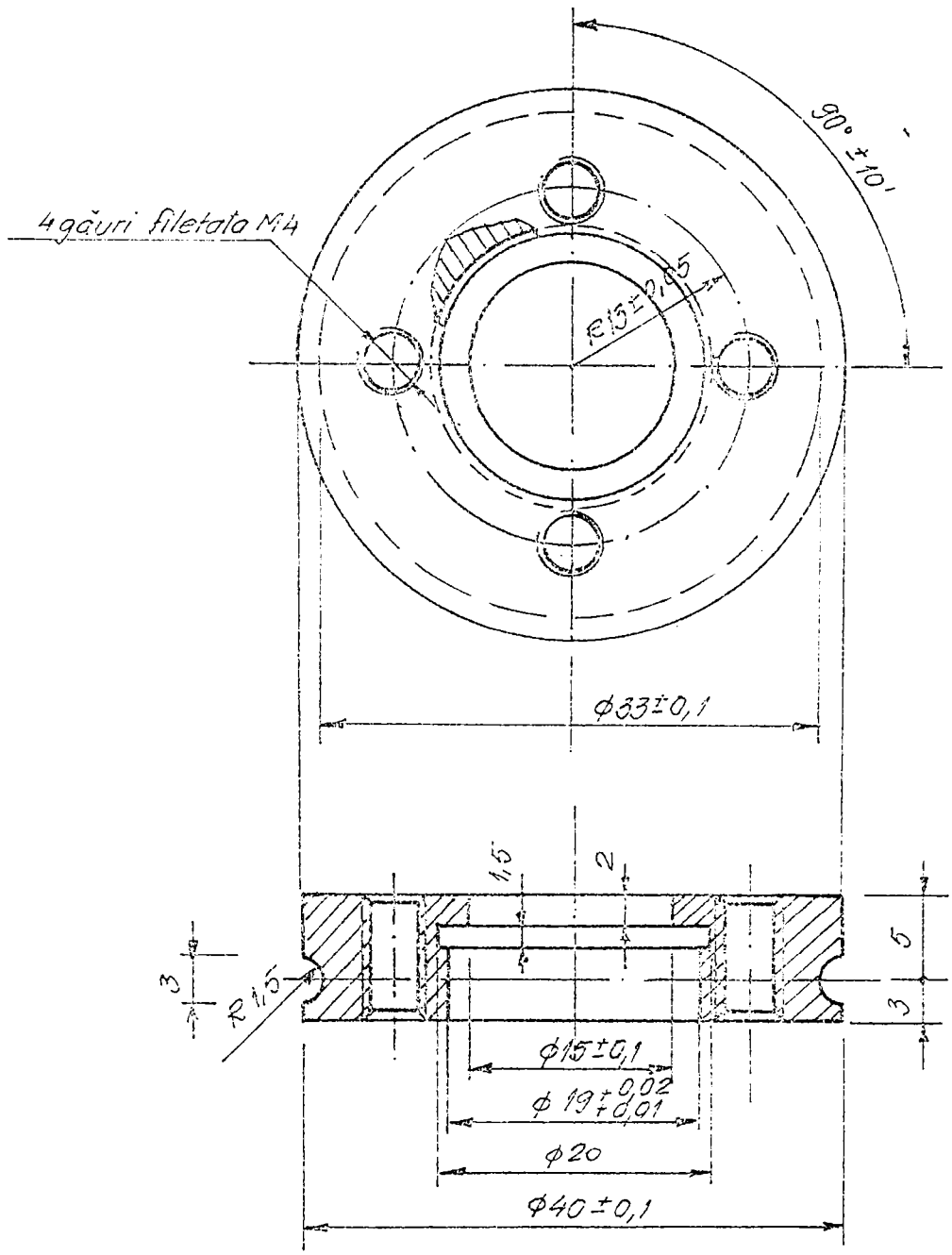


FIG A3



Scara 2:1

FIG A4

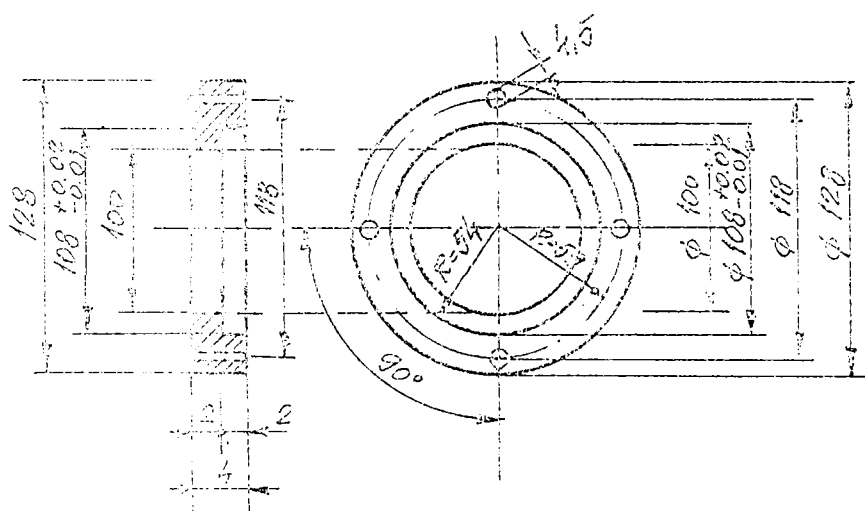


FIG A5

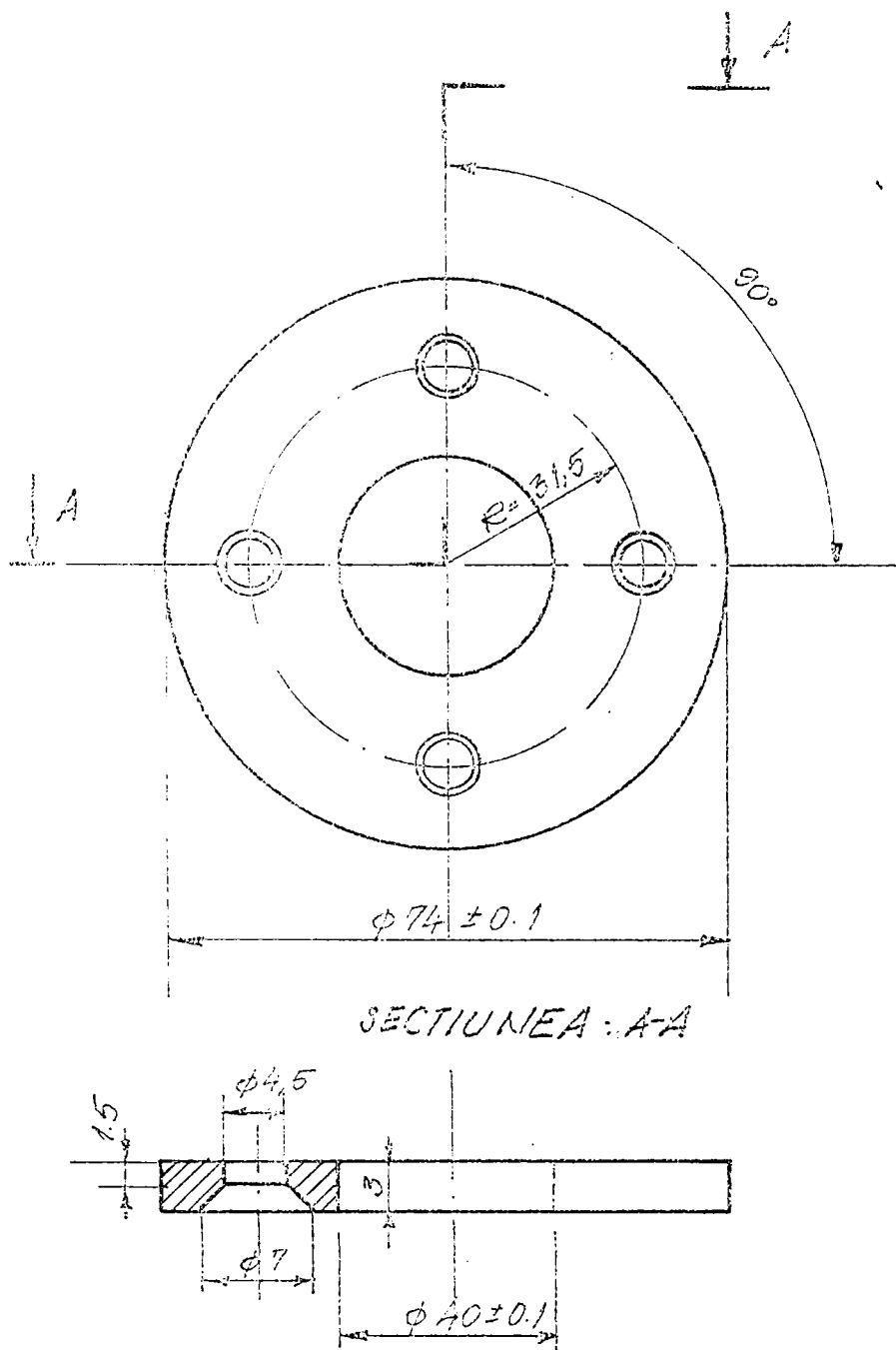


FIG A6

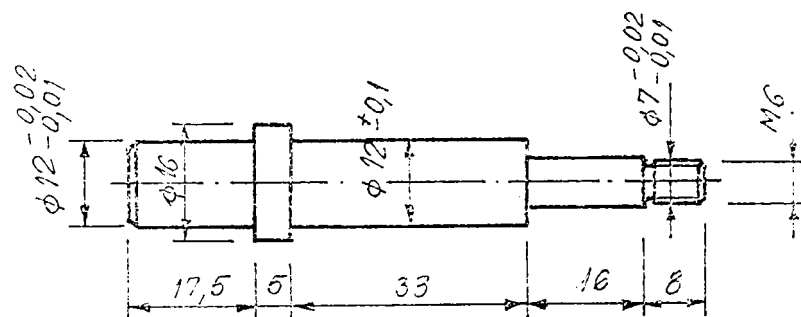


FIG A7

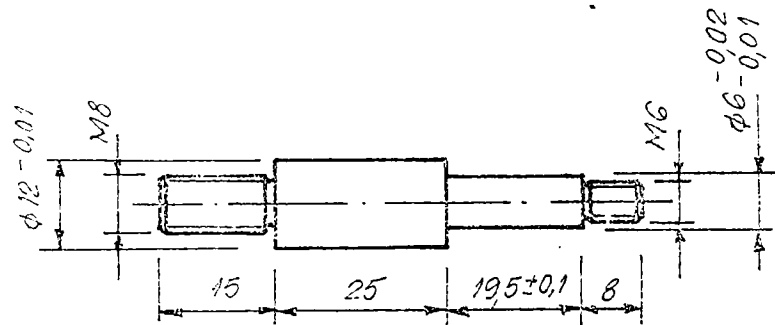


FIG A8

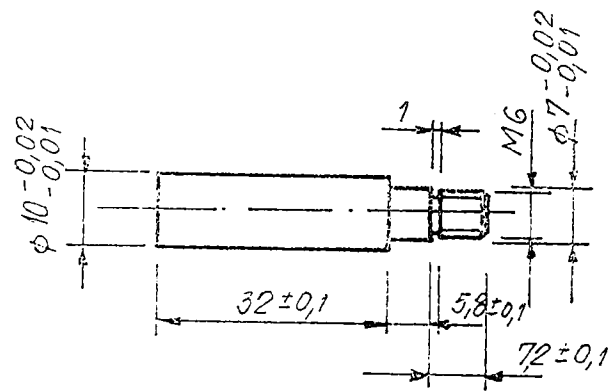
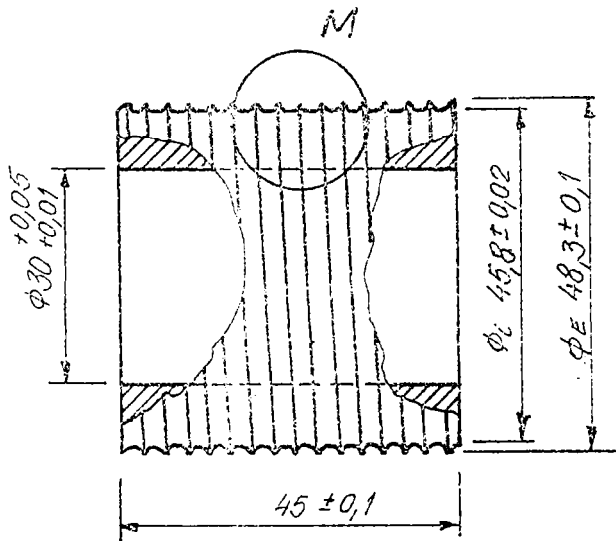


FIG A9



Condiții tehnice:
 Suprafața exterioară se
 cimentează $0,3 \div 0,6$ mm.

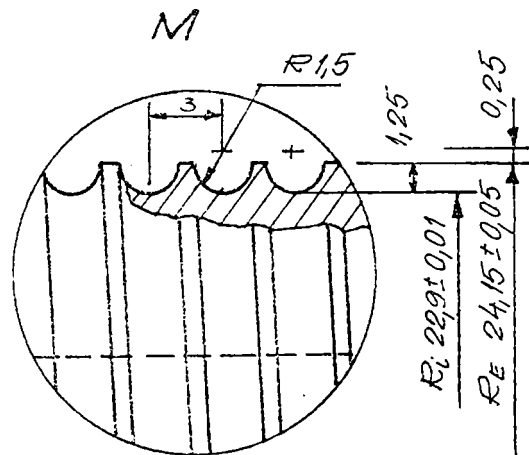


FIG A10

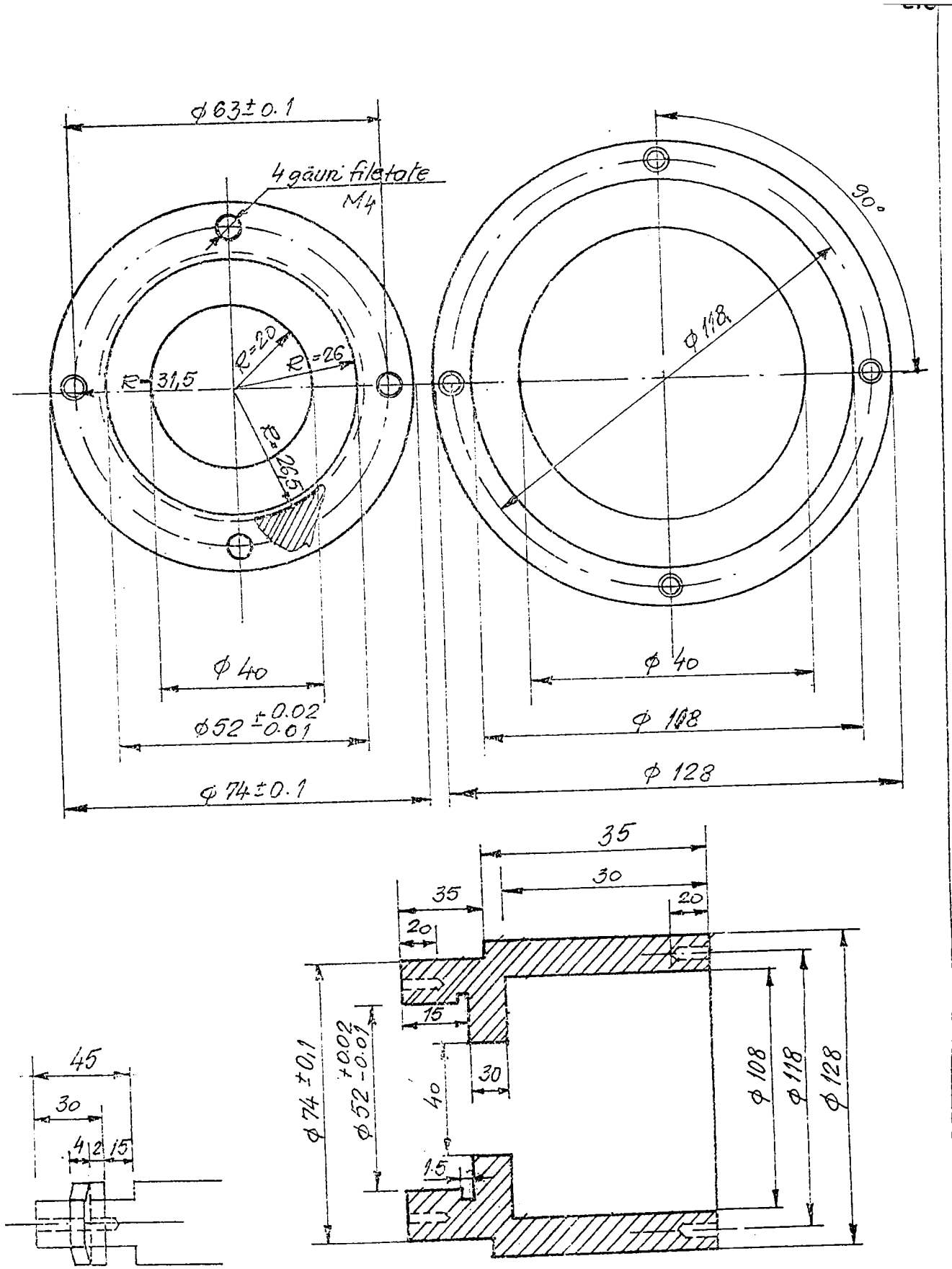
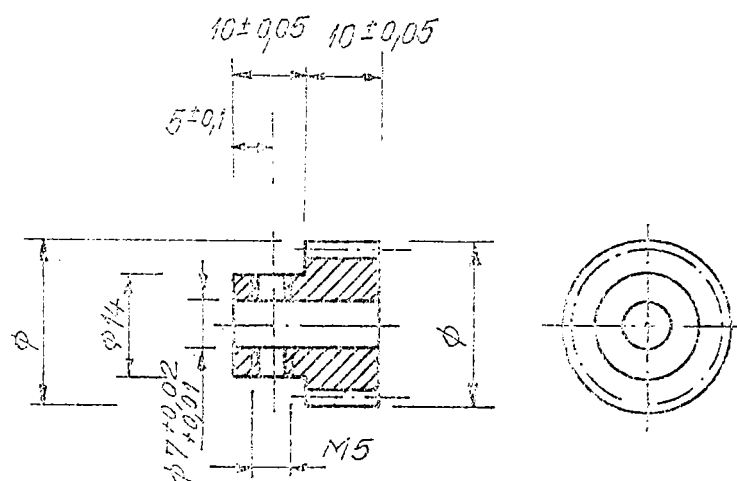


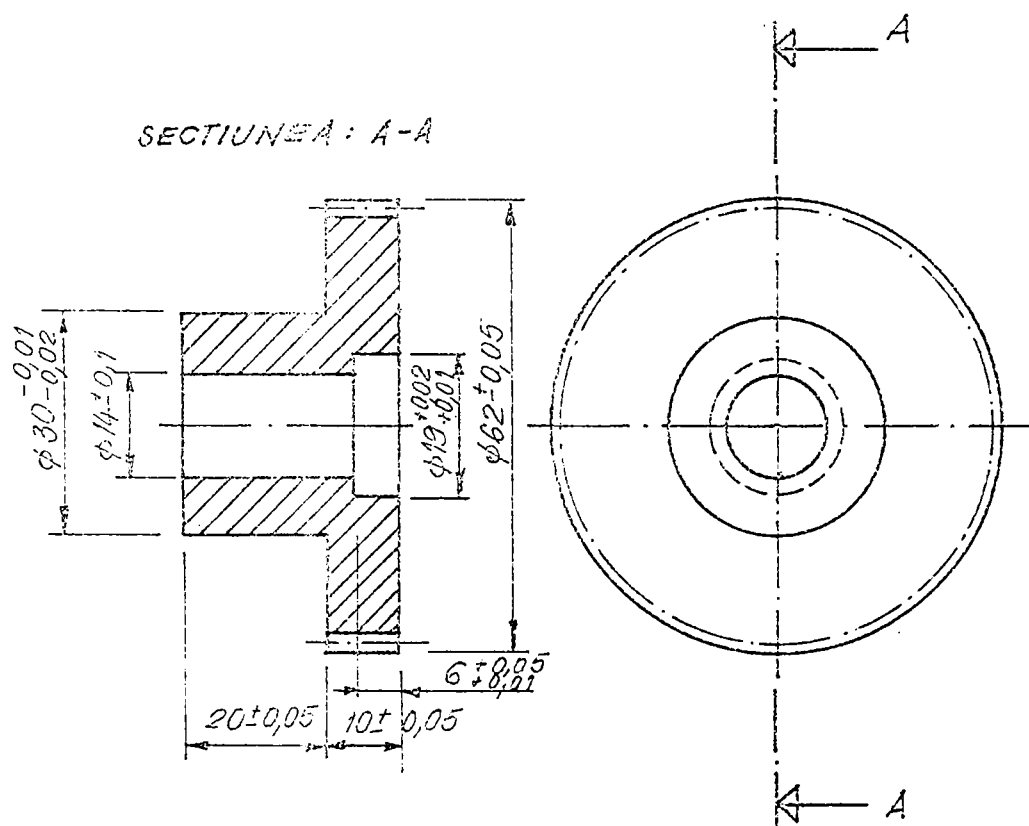
FIG A11



Condiții tehnice:
 Cementarea danturării
 (sau călire)

TIP	A	B
Modul	1	1
Nr. de dinți	20	40
Diam. de divizare	20	40
diam. de vîrî	22	42
Inclinația dinți	0°	0°

FIG A12



Condiții tehnice:

Cementarea danturării
(sau călire)

Modul	1
Numărul de dinți	60
Diam. de divizare	60
Diam. de vîrf	62
Inclinarea	0°

FIG A13

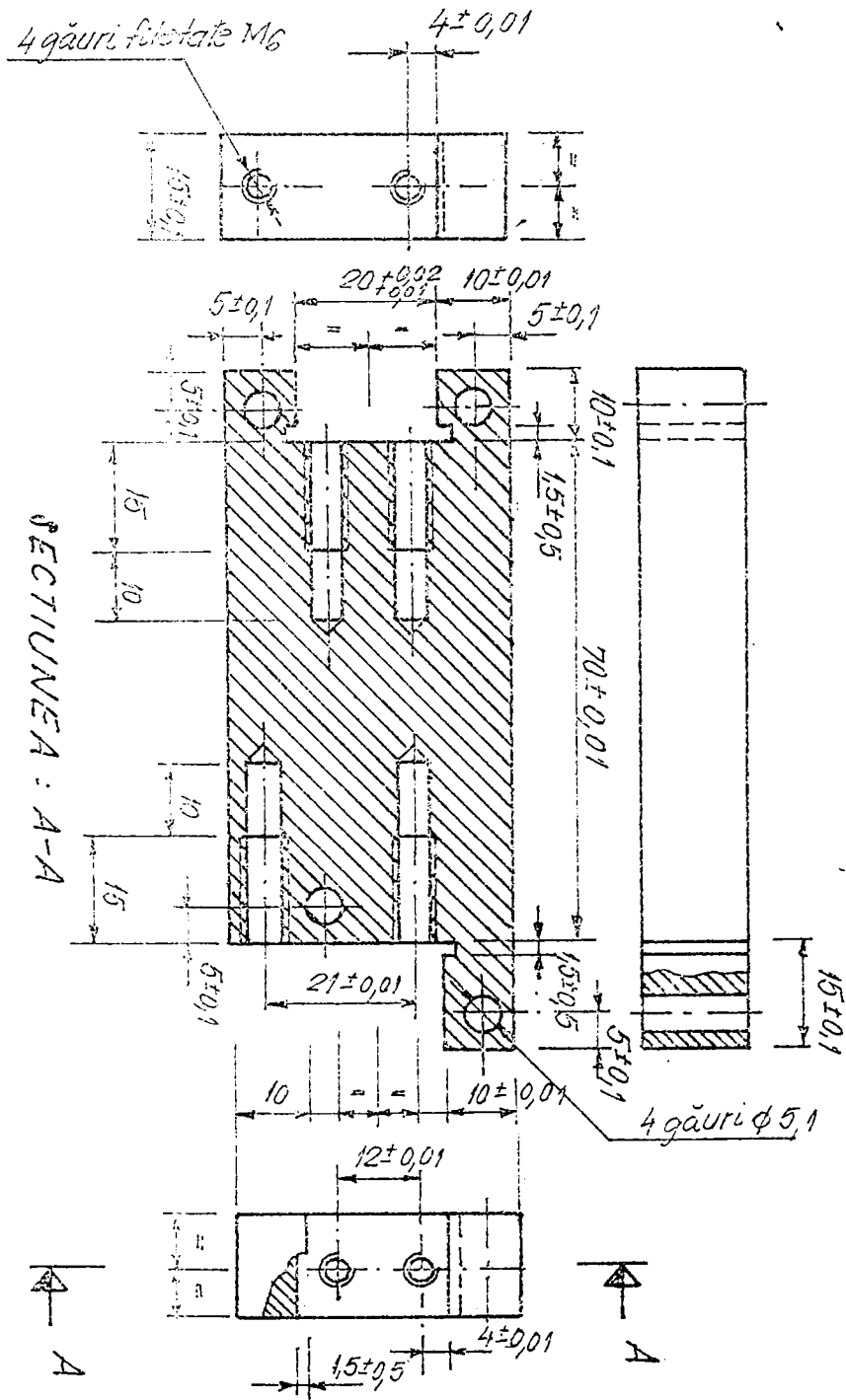


FIG A14

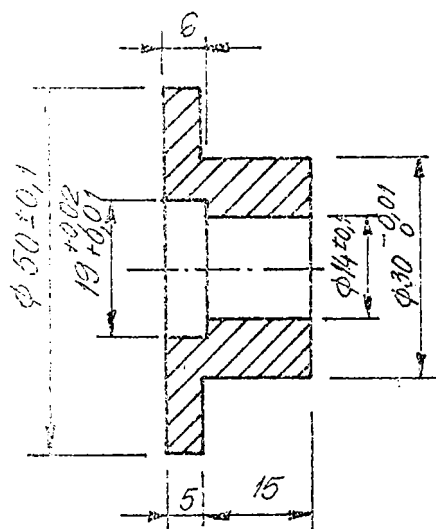
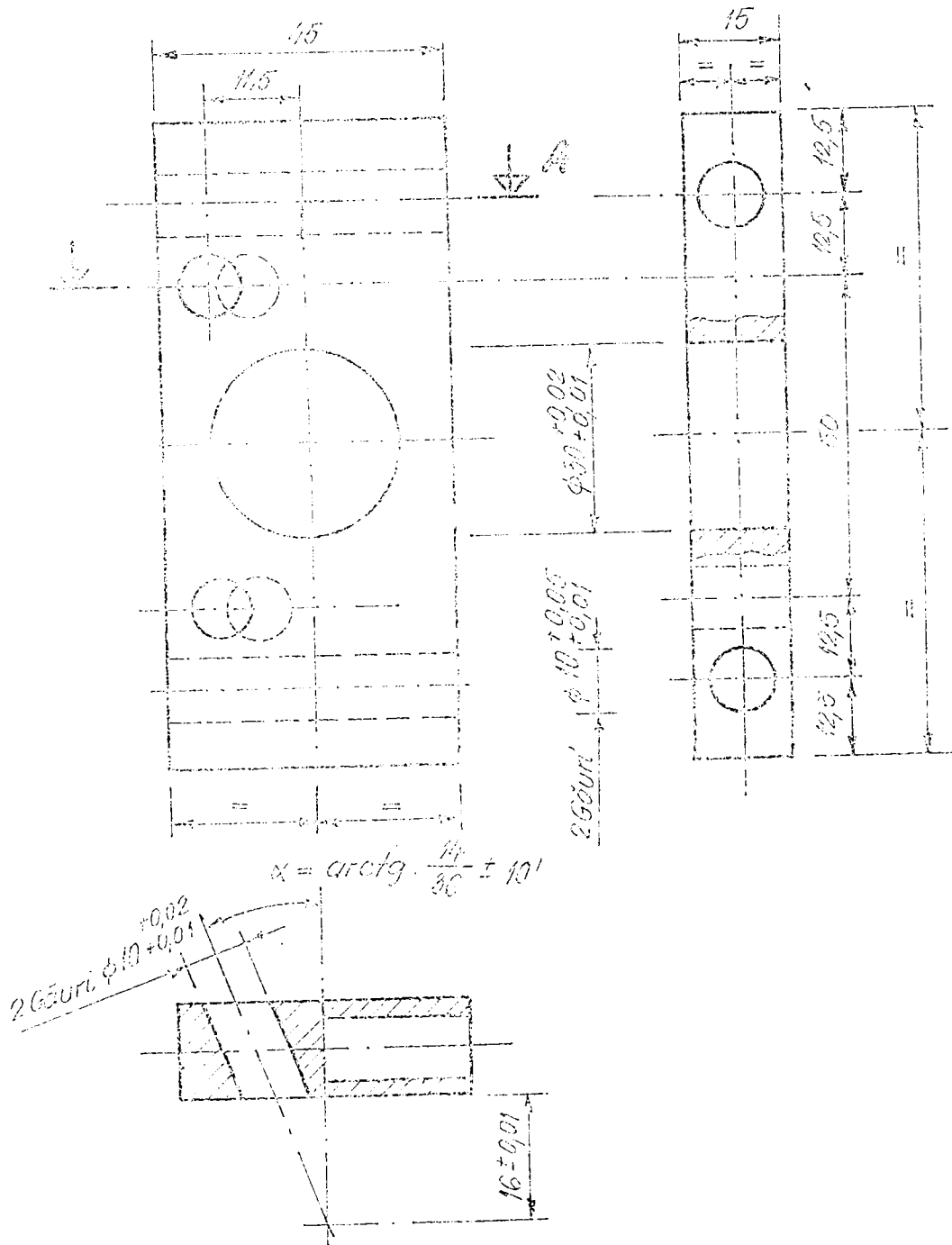


FIG A15



SECȚIUNEA : A-A

FIG A 16

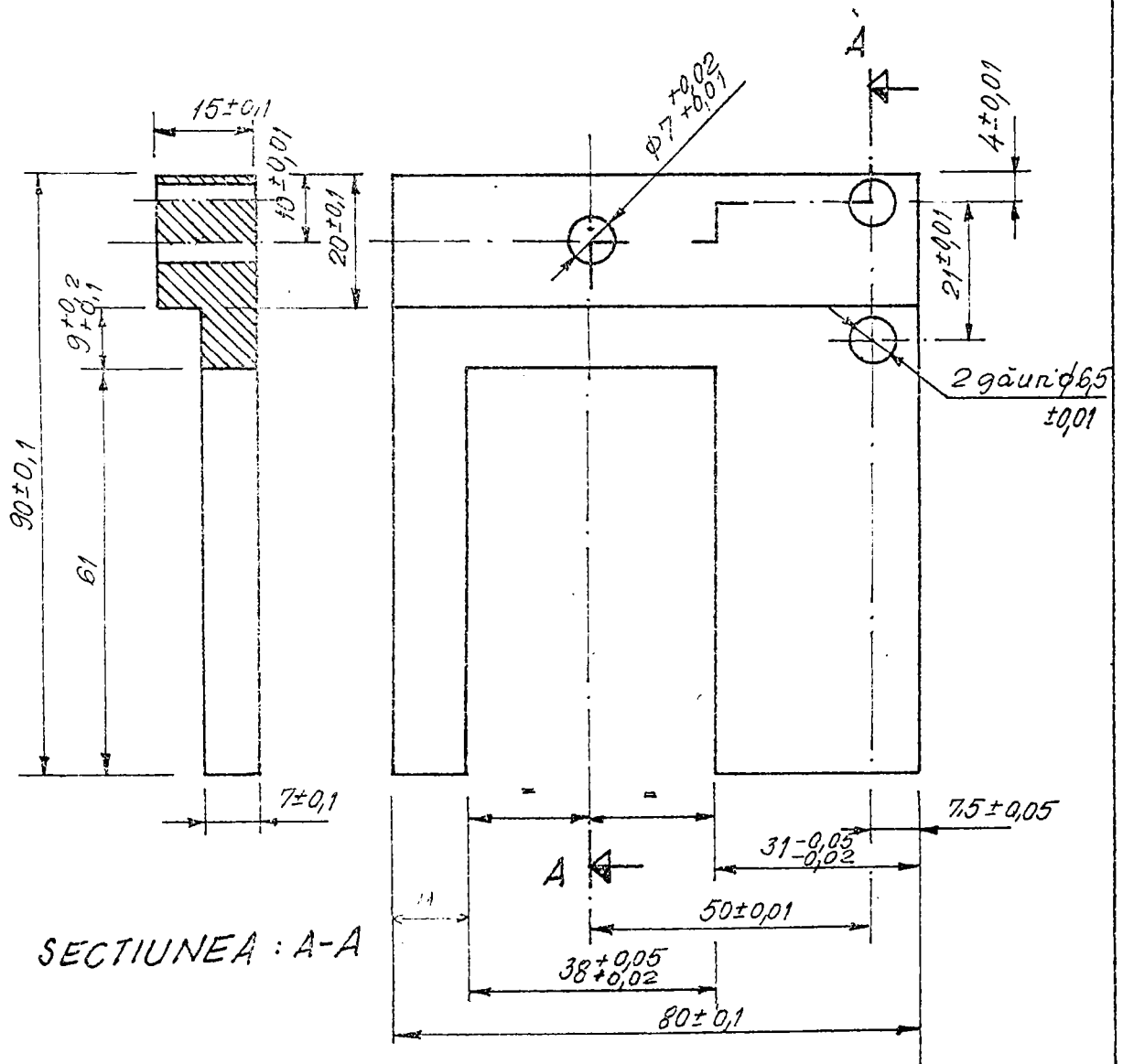


FIG A 17

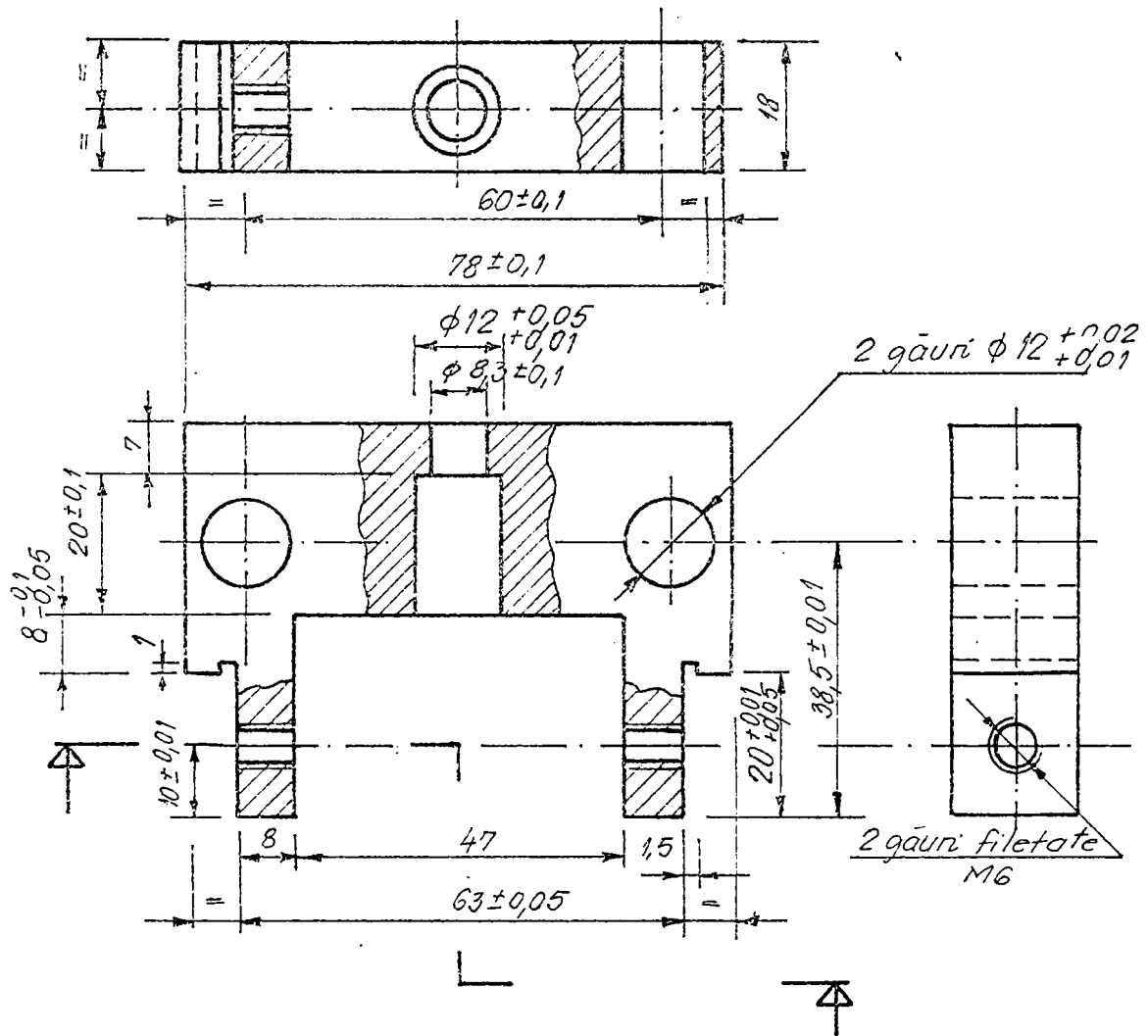


FIG A 18

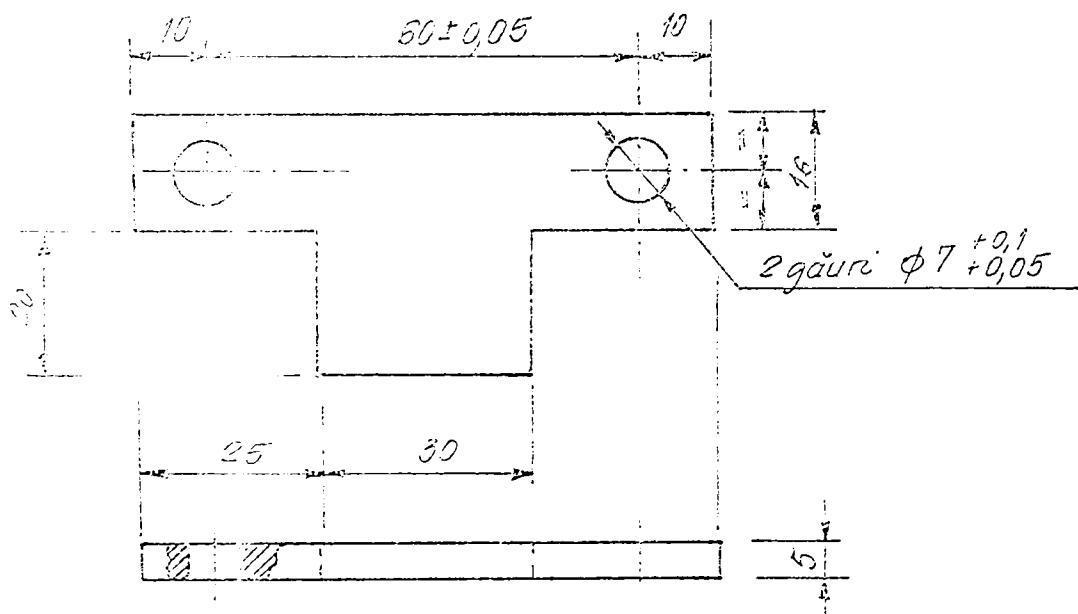


FIG A 19

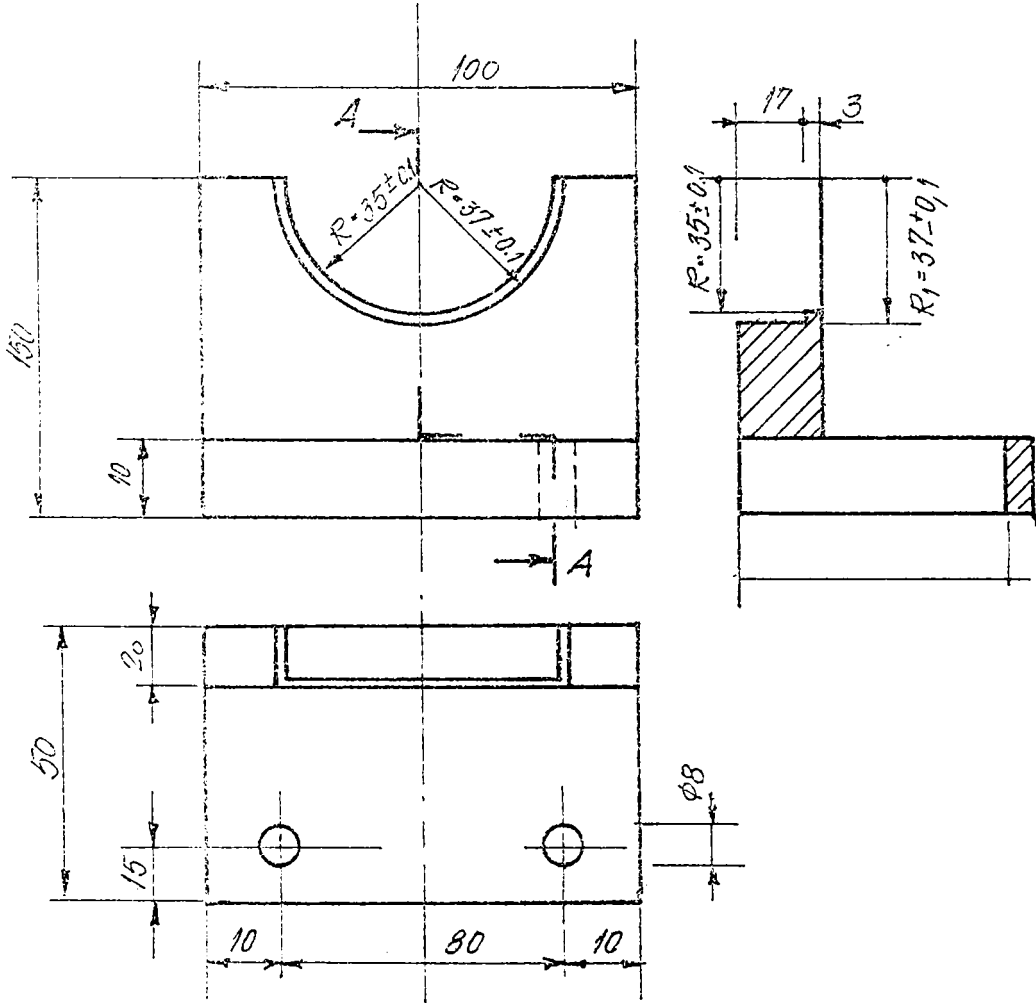


FIG A20

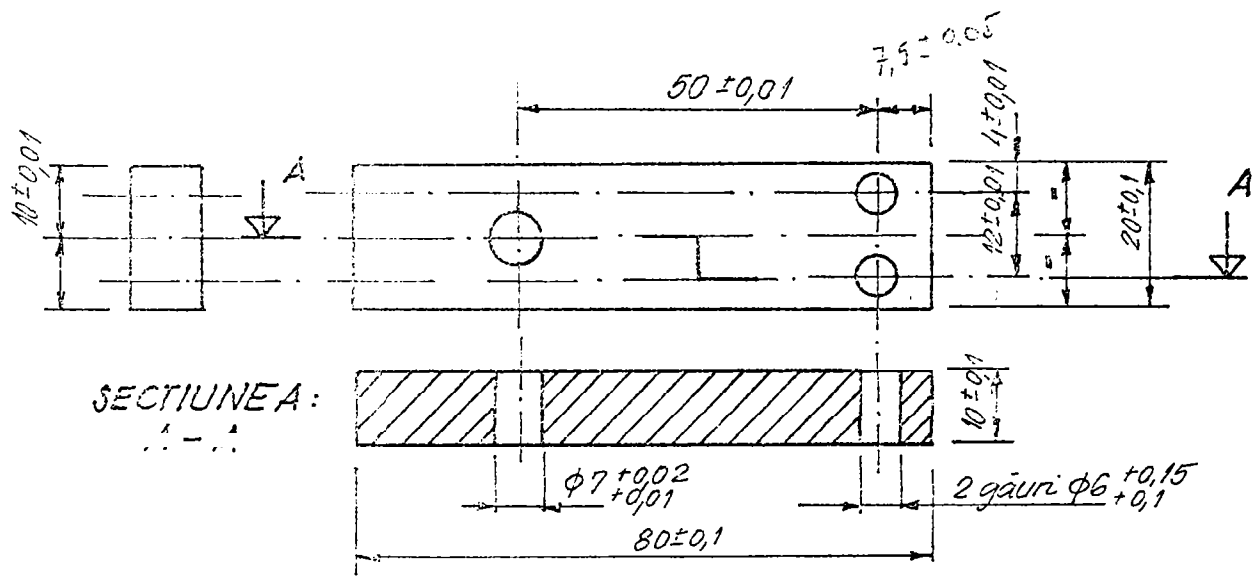


FIG A21

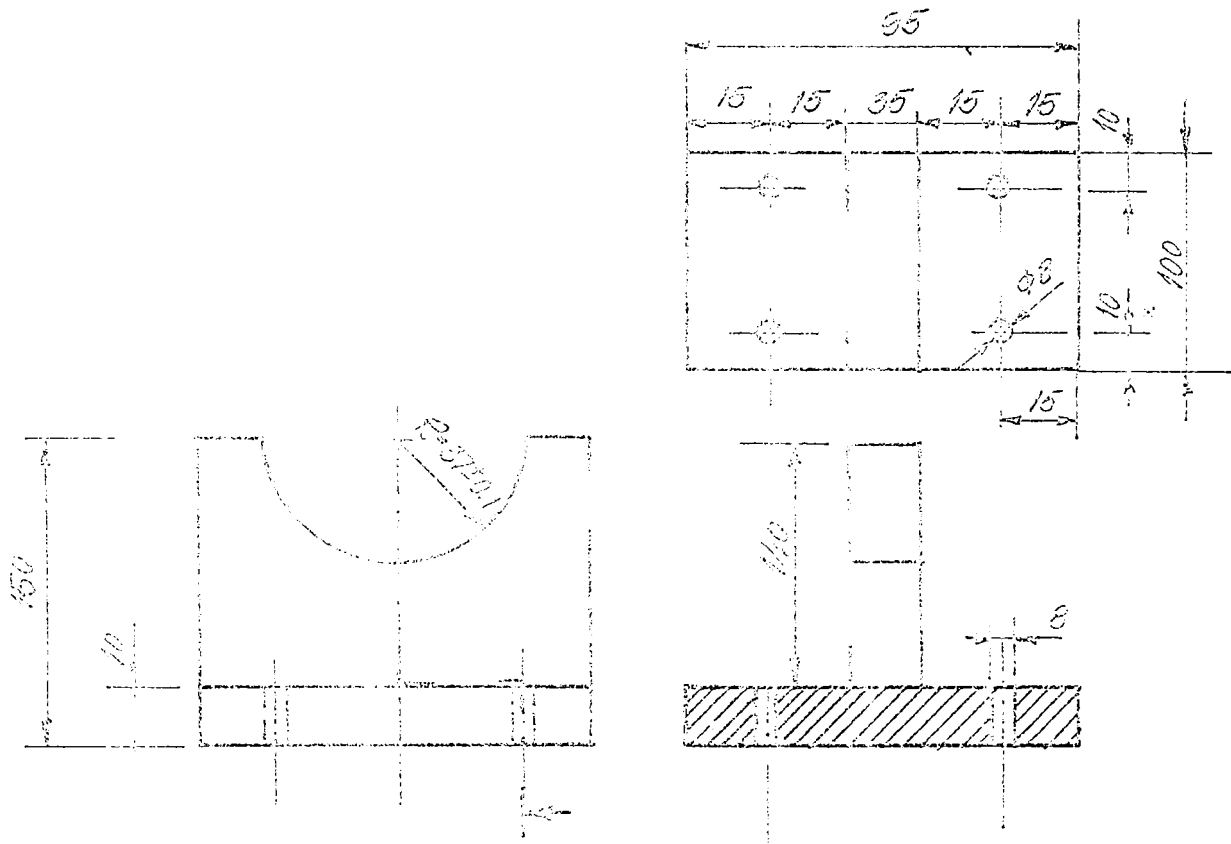


FIG 422

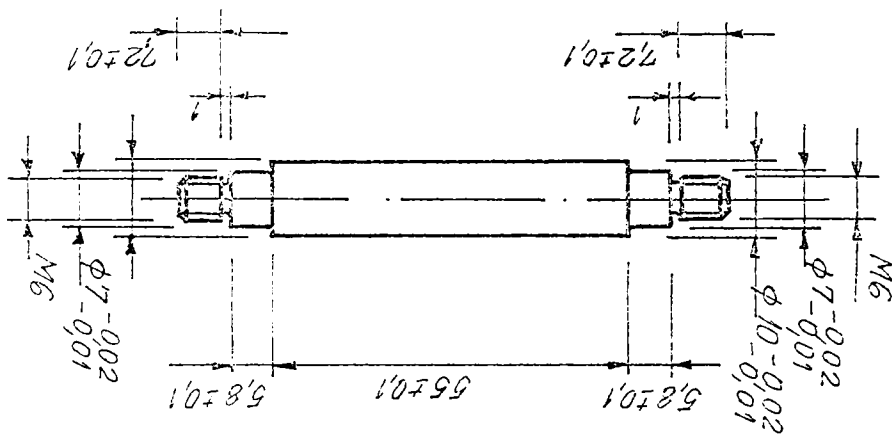


FIG A23

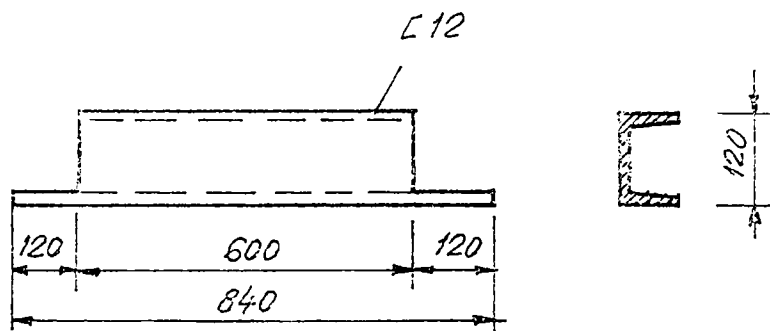


FIG A24

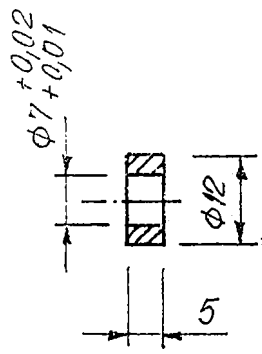


FIG A 25

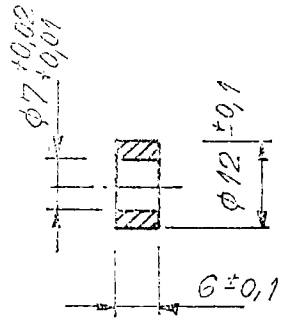


FIG 4 26