

UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA  
BIBLIOTECA CENTRALĂ

Locație: TD  
Cotă: MEC/GAN 506.430

După..... Lit. ....

UNIVERSITATEA "POLITEHNICĂ „TRAIAN VUIA”  
TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE MECANICĂ

Ing. MACEDON GANEA

# TEZĂ DE DOCTORAT

PROBLEME ALE COMENZII ADAPTIVE  
A MIȘCĂRII LA MAȘINI DE CĂURIT ȘI CENTRE  
DE FREZARE

Conducător științific:  
Prof. dr. ing. EUGEN DODON

INSTITUTUL POLITEHNIC  
TIMIȘOARA  
INTRAS  
ziua luna

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

INSTITUTUL POLITEHNIC TIMIȘOARA  
BIBLIOTECA CENTRALĂ  
TIMIȘOARA

## 1. INTRODUCERE

Documentele programatice ale Congresului al XIII-lea al P.C.R. [1.1.] trasază sarcini mobilizatoare pentru ramura Industriei Constructoare de Maşini-Unelte, privind creşteri importante atât cantitative cât şi calitative. Astfel din raportul prezentat de tovarăşul Nicolae Ceuşescu rezultă creşteri valorice de 2,2 ori pe cincinal la maşini unelte şi 13 % anual pentru industriile electronice şi electrotehnice. Se precizează de asemenea extinderea producţiei de utilaje tehnologice de mare complexitate şi un grad ridicat de automatizare. Se va pune accent deosebit pe reducerea costurilor de fabricaţie şi a cheltuielilor materiale în toate ramurile industriale.

Reducerea costurilor de fabricaţie constituie unul din obiectivele automatizării maşinilor-unelte, ca o tendinţă manifestată în ultimii ani în mai toate ţările industrializate, prin aceea că aceste costuri specifice de producţie sînt realizate ca minime prin reglajul automat al parametrilor de lucru la utilaje special construite.

Această tendinţă de automatizare s-a născut ca urmare a faptului că în procesul de aşchiere a metalelor, sistemul maşină-uneltă-sculă-piesă-dispozitiv (MSPD), denumit şi sistem tehnologic elastic (STE) este influenţat atât de parametrii reglajului procesului cât şi de perturbaţiile aleatoare rezultate din variaţia necunoscută dinainte a proprietăţilor mecanice ale materialului piesei, proprietăţilor de tăiere a sculei, uzura sculei, adăosurile de prelucrare, temperatura degejată în procesul de aşchiere, vibraţii, deformăţii elastice ale sistemului etc.

Toate aceste perturbaţii aleatoare întârziează procesul de aşchiere, avînd influenţe directe asupra capacităţii de producţie a maşinii uneltă, asupra costurilor operaţiilor executate pe maşină, preciziei şi calităţii finale a lucrării executate.

Costurile de prelucrare, durabilitatea sculei şi timpul total al operaţiei de executat, sînt dependente de mărimile reglate ale sistemului, precum şi de perturbaţiile din procesul de aşchiere.

Obţinerea unui proces de aşchiere optim, în condiţiile in-

fluenței unor perturbații aletoare este o problemă de optimizare soluționabilă prin comandă adaptivă (CA) și constituie unul din cele mai evoluate nivele de automatizare practicate pe plan mondial la mașini unelte în țări cu tradiții industriale.

La noi în țară colectivul de MU de la I.P.F.V.T., a desfășurat o activitate de pionierat în acest domeniu, cu o serie de rezultate valoroase teoretice și practice, verificări experimentale și modele industriale, printre-o serie de lucrări [1.2.], [1.3.], [1.4.], [1.5.], [2.37.], pe parcursul a peste două decenii de activitate.

De asemenea la alte institute din țară, preocupările în domeniul automatizării mașinilor unelte pe linia comenzilor adaptive au dus la rezultate remarcabile în ultimii 15 ani, [1.6.], [1.7.], care au fost completate apoi de lucrări teoretice de bază [1.8.], [1.9.].

După cum se va vedea în capitolele următoare, comanda adaptivă la mașinile unelte este de dată recentă, primele rezultate demne de luat în considerare ca prototipuri industriale, fiind publicate după 1970 [1.10.].

În prezent, prin extinderea microprocesoarelor în comanda proceselor industriale, comanda adaptivă la mașini unelte cunoaște noi posibilități, apar forme noi diversificate de sisteme de comandă adaptivă (SCA) și chiar în momentul de față sînt în curs de cercetare și publicare rezultatele unor astfel de realizări. Unele țări dezvoltate industrial ca S.U.A., Japonia, Franța, R.F.G., au realizat și scos pe piață unele modele de mașini unelte echipate cu (CA) sau cu sisteme derivate din comenzi adaptive, cele mai perfecționate fiind lansate pe piață în 1981 și 1982.

Automatizarea procesului de aşchiere prin CA ridică în fața automatizării dilema costului noului model de mașină, în raport cu nivelul de prețuri pe piață, problemă deosebit de complexă, ce derivă din însăși complexitatea sistemului multivariabil care este procesul de aşchiere însuși. O soluționare acceptabilă a dilemei necesită o cunoaștere temeinică și profundă a procesului propriu-zis de aşchiere, a condițiilor tehnologice și ridică încă multe probleme constructive încă insuficient puse la punct, în special în domeniul aşionărilor, traductorilor, calculului mărimilor de referință etc. Din acest motiv extinderea CA este încă limitată, iar rezultatele de pînă acum sînt aplicații particulare, care nu întotdeauna se pot generaliza.

La mașinile de găurit, care ocupă locul 3 în parcul de mașini unelte, după strunguri și mașini de frezat, deși modelele experimentale și chiar industriale sînt apariții de dată relativ recentă (1970-1981), volumul de date dat publicității este modest.



Intreprinderea "Infrățirea" Oradea fiind cea mai mare întreprindere din țară producătoare de mașini de găurit, cu o bună tradiție în acest domeniu, și având deja un nivel de automatizare atins prin aplicarea comenzilor numerice la mașini de găurit, s-a preocupat în realizarea unui model perfecționat de mașină de găurit tip GP 45 NC/AC, pornind de la ideea extinderii familiei de mașini de găurit de construcție modulară GP 45 NC-GPR 45 NC.

Lucrarea s-a executat în întreprinderea "Infrățirea" Oradea de către autor, cu colaborarea subcolectivului de MU de la IPNT, și a catedrei de EMT de la I.I.S. Oradea, sub conducerea științifică a prof.dr.ing. Dodon Eugen de la I.F.T.V. Timișoara.

Partea experimentală a prezentei teze de doctorat a fost realizată în cadrul întreprinderii "Infrățirea" Oradea și se referă la partea aferentă reglajului turației acționării principale prin comandă adaptivă, cuprinzând sisteme mecanice, hidraulice, electrice, electronice. Totodată pentru a se putea realiza variante cu CA a mașinii de găurit, a fost necesar a se concepe și realiza o mașină adecvată clasică ca suport al experimentărilor. Această nouă mașină a fost realizată în cadrul aceleiași familii de mașini de găurit și anume: mașina GP 45 NC cu echipament NUMEROM 321-3 și cicluri convenționale ale pinolei, mașină care nu a existat până în prezent în cadrul acestei familii modulare de mașini de găurit cu comandă numerică. Această mașină a fost realizată pe structura unei variante mai vechi GP 45, care a fost modernizată în acest scop. Partea aferentă comenzii adaptive a fost implementată pe acest suport, rezultând un al 2-lea model nou de mașină de găurit și anume tipul GP 45 NC/AC, mașină de găurit vertical cu masă de poziționare prin NC, cu echipament NUMEROM 321-3 și comandă adaptivă de optimizare a regimurilor de lucru (turații și avansuri).

Autorul mulțumește conducerei întreprinderii "Infrățirea" Oradea pentru sprijinul efectiv la realizarea mașinii, pentru încrederea acordată, receptivitatea față de promovarea progresului tehnic și sollicitudinea dovedită pe parcursul lucrării.

Autorul aduce mulțumiri tovarășului prof.dr.ing. Dodon Eugen pentru îndrumările competente, pentru răbdarea și timpul acordat pe parcursul realizării acestei lucrări.

De asemenea autorul mulțumește colectivului de la MU de la I.F.T.V.T., colectivului de cercetători de la Institutul de Învățământ Superior Oradea, echipei de montaj de la întreprinderea "Infrățirea" precum și tutuzor aceluia care și-au dat concursul la realizarea practică a lucrării.

## 2. COMANDA ADAPTIVA LA MASINA DE GAURIT

### 2.1. NECESITATEA COMENZII ADAPTIVE LA MASINA DE GAURIT

Procesul de găurire, fiind un proces de aşchiere, este rezultatul interacţiunii elementelor din cadrul sistemului tehnologic elastic (STE), ca sistem multivariabil.

Asupra acestui sistem multivariabil intervin mai multe mărimi de intrare  $U_a, U_b, \dots$ , mai multe mărimi intermediare  $V_a, V_b, \dots$ , şi rezultă mai multe mărimi de ieşire  $Y_a, Y_b, \dots$ . Asupra părţii fixate acţionează mai multe perturbaţii  $P_a, P_b, \dots$ , care modifică relaţiile de dependenţă dintre aceste mărimi [2.1.], [2.3.], [2.4.], [2.5.].

Ansamblurile mărimilor de intrare, intermediare, de ieşire şi perturbatoare pot fi definite astfel cu vectorii  $U, V, Y, P$ , precum şi funcţie de dependenţă dintre aceşti vectori  $Y = \Psi(U, V, P)$  (2.1.) care reprezintă modelul matematic al procesului respectiv.

Mărimile de intrare şi intermediare pot fi înglobate într-o singură categorie, aceea a mărimilor de stare:  $X = \begin{vmatrix} U \\ V \end{vmatrix}$  (2.2.)  
 $X$  - fiind vectorul mărimilor de stare.

Ca urmare, mărimile de ieşire sînt dependente de mărimile de stare după relaţia  $Y = \Psi(X, P)$  (2.3.) care este modelul matematic al procesului.

În cadrul găuririi metalelor cu burghiu elicoidal, vectorul  $U$  se compune din mărimile de intrare ale procesului:  $d$  - diametrul burghiului, în  $\mu\text{m}$ ;  $n$  - turaţia arborelui principal în rot/min,  $l$  - lungimea găurii, adică:  $U(d, n, s, l)$ .

Vectorul  $V$  se compune din mărimile:  $\sigma_{rp}$  - rezistenţa la repere a materialului piesei în  $\text{daN/mm}^2$ ,  $\sigma_{rs}$  - rezistenţa la repere a materialului sculei în  $\text{daN/mm}^2$ . Acestea se mai poate exprima şi prin duritatea tăişului sculei în HV, adică vectorul  $V(\sigma_{rp}, \sigma_{rs})$ .

De asemenea tot în vectorul  $V$  ar trebui să intre o serie de elemente cu influenţe hotărîtoare asupra procesului de aşchiere şi care sînt de altfel cunoscute în faza iniţială premergătoare începerii procesului, din care, fie că sînt foarte dificil de cuantificat, fie că nu se cunoaşte aportul direct asupra procesului, motiv pentru care preferăm să le considerăm ca aparţinînd de mărimile perturbatoare.

Între acestea amintim:

- geometria iniţială a tăişurilor burghiului;
- geometria iniţială a vârfului burghiului;

- geometria și rezistența la torsiune a secțiunii burghiului;
  - gradul de uzură inițial al burghiului, respectiv la începutul procesului;
- La acestea se adaugă mărimi perturbatoare consacrate ca:
- gradul de uzură al muchiilor în timpul procesului;
  - abateri ale geometriei muchiilor tăietoare ale burghiului față de geometria teoretică;
  - variații ale durității materialului piesei privind microstructura;
  - microvariații de duritate provocate de ecrusajul din timpul aşchierii;
  - frecări apărute la evacuarea aşchilor din gaură;
  - încălzirea muchiei tăişului sculei și scăderea capacității de tăiere ca urmare a acestei încălziri;
  - vibrații torsionale apărute la arborele principal ca urmare a aşchierii;
  - influența lichidului de ungere-răcire privind îmbunătățirea aşchierii și respectiv răcirii muchiei tăietoare a sculei;
  - microfisuri ale materialului piesei provenind din starea inițială sau din procesul de aşchiere;
  - microrupturi ale muchiei tăietoare a sculei;
  - variație diametrului sculei la pătrundere și ieșire virfului burghiului.

Vectorul  $Y$  al mărimilor de ieșire cuprinde:  $M_t$  = momentul de torsiune rezultat din proces în  $N_m$ ,  $F_{ax}$  = forța axială la înaintarea burghiului în piesă în  $N$ ,  $P_u$  = puterea utilă de aşchiere în  $Kw$ ,  $V$  = viteză de aşchiere a sculei în  $m/min$ .

Având în vedere multitudinea de factori care intervine în cadrul procesului de aşchiere, majoritatea acestora intervenind ca perturbații aleatoare - a căror variație nu se poate cunoaște dinainte, sau a căror influență nu se poate determina sau cuantifica, va trebui să se adopte un model matematic simplificat pentru procesul de aşchiere și să se țină cont de anumite plaje de variație posibile a mărimilor de ieșire, ca urmare a influenței perturbațiilor.

Apoi se va încerca clarificarea problemei identificării, pentru ca să se poată stabili un algoritma în vederea optimizării procesului, iar în cazul când acest algoritma este aplicat direct de către sistem în vederea reglării unor parametri cu ajutorul unor bucle de reglare automată; se va obține un SCA de optimizare a procesului de găurire.

Funcția  $\Psi(U, V, P_s)$  poate fi echivalată cu ansamblul relațiilor cunoscute din teoria aşchierii:

$$M_t = C_M \cdot d^{X_M} \cdot S^{Y_M} \quad (2.4.a)$$

$$F_{ax} = C_F \cdot d^{X_F} \cdot S^{Y_F} \quad (2.4.b)$$

$$V = \frac{C_V \cdot d^{Z_V}}{T^M \cdot S^{Y_V}} \quad (2.4.c)$$

se disting următoarele:

- vectorul U al mărimilor de intrare este compus din ansamblul de valori a mărimilor:  $d$  = diametrul burghiului în mm;
- $s$  = avansul burghiului în mm/rot.
- $n$  = turația burghiului în rot/sec. sau rot/min.

Vectorul V al mărimilor intermediare nu conține direct mărimile  $\sigma_{xp}$  și  $\sigma_{rs}$ , ci coeficienții  $C_M, C_F, C_V$  exponenții  $X_M, Y_M, Y_F, Y_V, Z_V$ ; precum și durabilitatea T a sculei în minute. Practic acești coeficienți și exponenți pot fi considerați ca făcând parte din cadrul vectorului V al mărimilor intermediare, determinarea lor făcându-se din tabele, în funcție de perechea de materiale sculă-piesă [2.6].

Vectorul Y al mărimilor de ieșire conține mărimile  $M_t$  = moment de torsiune în N cm,  $F_{ax}$  = forța axială la burghiu în daN,  $v$  = viteză de aşchiere în m/min,  $P_u$  = puterea utilă de aşchiere în Kw.

Acest model matematic este într-adevăr simplificat pentru procesul de aşchiere întru-cît nu exprimă decît o funcție de formă  $Y = \Psi(U, V, P_s)$ , nefiind cuprinsă influența mărimilor perturbatoare ci numai relații de determinare statică a mărimilor de ieșire.

Practic modelul matematic devine cunoscut dacă se cunosc valorile tabelare ale coeficienților și exponenților, la care apoi trebuie adăugată o plejă de variație ca urmare a mărimilor perturbatoare.

Această metodă realizează valori medii ale mărimilor de ieșire  $M_T, F_{ax}, V, P_u$ , la scule din oțel rapid, avînd o durabilitate convențională, T, echivalentă cu durabilitatea economică - adică cea mai mare.

Durabilitatea sculei este durată totală de aşchiere a sculei între două aşchieri consecutive.

Durabilitatea sculei se apreciază după unii autori fie în metri liniari de gaură executată [2.7], [2.8] fie în metriliari de drum parcurs de muchia tăietoare [2.9] fie în minute [2.10], [2.11], [2.12], [2.13], [2.14], [2.15].

Unii autori încearcă o cuantificare a uzurii burghiilor [2.7] respectiv a altor scule tăietoare [2.16]. În cazul burghiilor [2.7], [2.8] această uzură este considerată în 2 moduri:



- usura  $V_E$  a colțului muchiei tăietoare  $V_E$  măsurată pe o direcție la  $30^\circ$  față de generatoarea, privind de la colțul teoretic respectiv al sculei nouzate.

- usura  $V_F$  a feței burghialui, în zona de diametru maxim, măsurată pe direcția generatoarei (fig.2.1.)

Usura  $V_F$  a feței este aproximativ de 2 ori usura  $V_E$  a colțului, lucru care rezultă din triunghiul dreptunghic format, având o catetă  $V_E$  și ipotenușa  $V_F$ , iar unghiul  $30^\circ$  opus catetei:

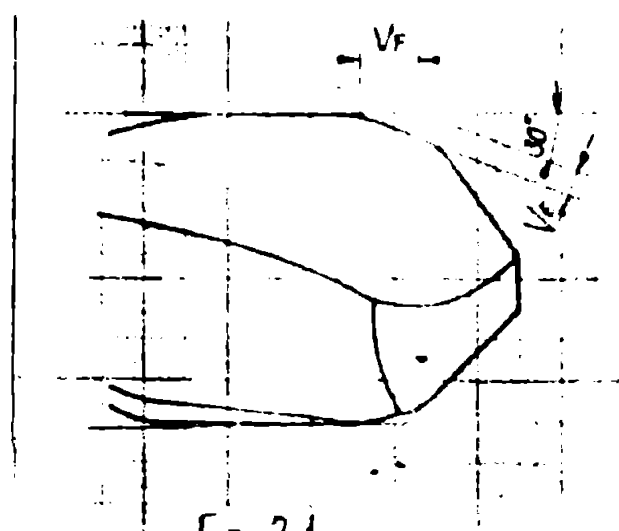
$$V_F = V_E \cdot \sin 30^\circ = 0,5 \cdot V_F \quad (2.5)$$

Se consideră ca usură de referință maximă, usura  $V_F = 0,4$  mm la atingerea căreia - la unele colțuri ale burghialui, este necesară reascuțirea burghialui. Aceste valori maxime nu sînt standardizate sau obligatorii, ci sînt corelate cu rezultate experimentale, potrivit cărora, în apropierea acestei valori a uzurii se produce vibrații specifice sculei uzate ce trebuie reascuțite [2.7.]. La această cuantificare a uzurii se aderă autorii [2.8.] deoarece va ajuta la compararea unor rezultate. Aceste valori de usură diferă la alți autori [2.16.] putînd ajunge pînă la 1,2 mm.

O primă concluzie interesantă rezultă din lucrările [2.7.] [2.17] care analizează efectul uzurii sculei asupra forțelor axiale și momentelor de torsiune de la burghie.

Astfel se observă din fig.2.2. că, în cazul unui burghiu corect ascuțit, și la care nu s-a intervenit cu alte perturbații, față de momentul inițial al prelucrării cu burghiu ascuțit, are loc o creștere a momentului de torsiune cu cea, 33 % respectiv 20 % a forței axiale, numai ca urmare a uzurii.

Analizînd datele tehnologice stit pentru cazul prezentat în fig.2.2., conform [2.7.] cit și a altor cazuri [2.8.], [2.10.], [2.11.] rezultă durabilități de sculă variabile între 150-450 minute. De asemenea, lucrări de la noi din țară indică durabilități între 60 - 300 minute, [2.12.], [2.14.], [2.15.], [2.18.], durabilitatea



fiind variabilă în funcție de diametru ( $d$ ), perechea de materiale sculă-piesă ( $X_v, Z_v, Y_v$ ), evens ( $a$ ), viteză de aşchiere ( $v$ ), după cum rezultă și din formulele (2.4.e.).

Pentru a putea obține o durabilitate, considerată în mod convențional ca economică - de fapt ea fiind maximă, din formula vitezei de aşchiere (2.4.e.) sau din diagramă (fig.2.3.,



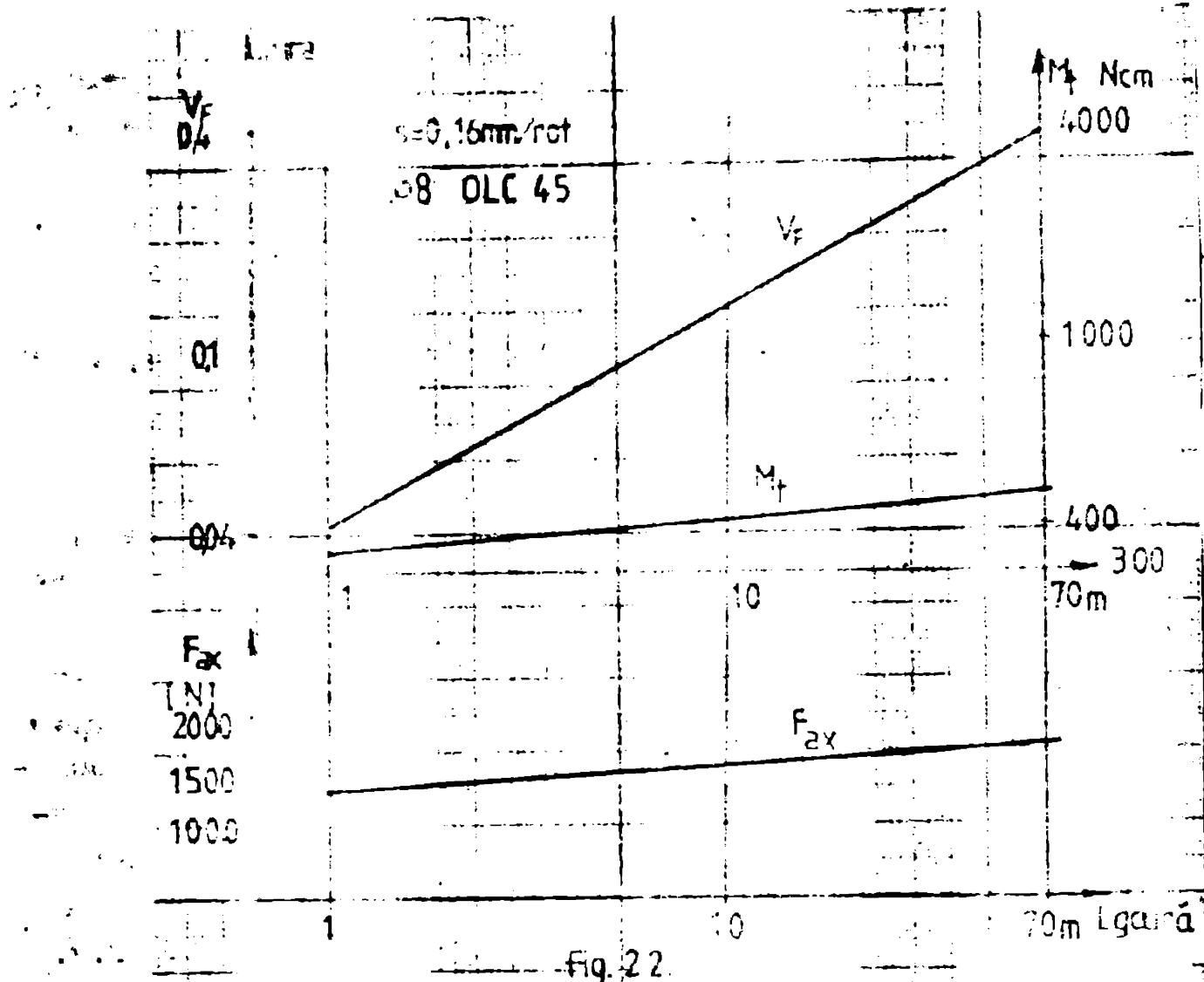
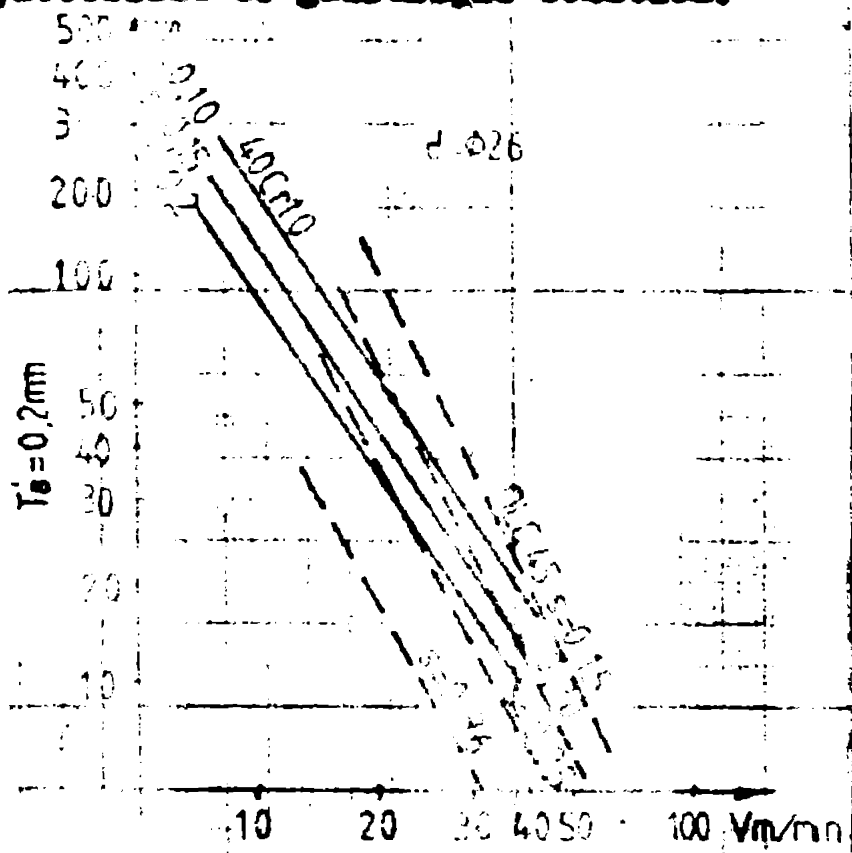
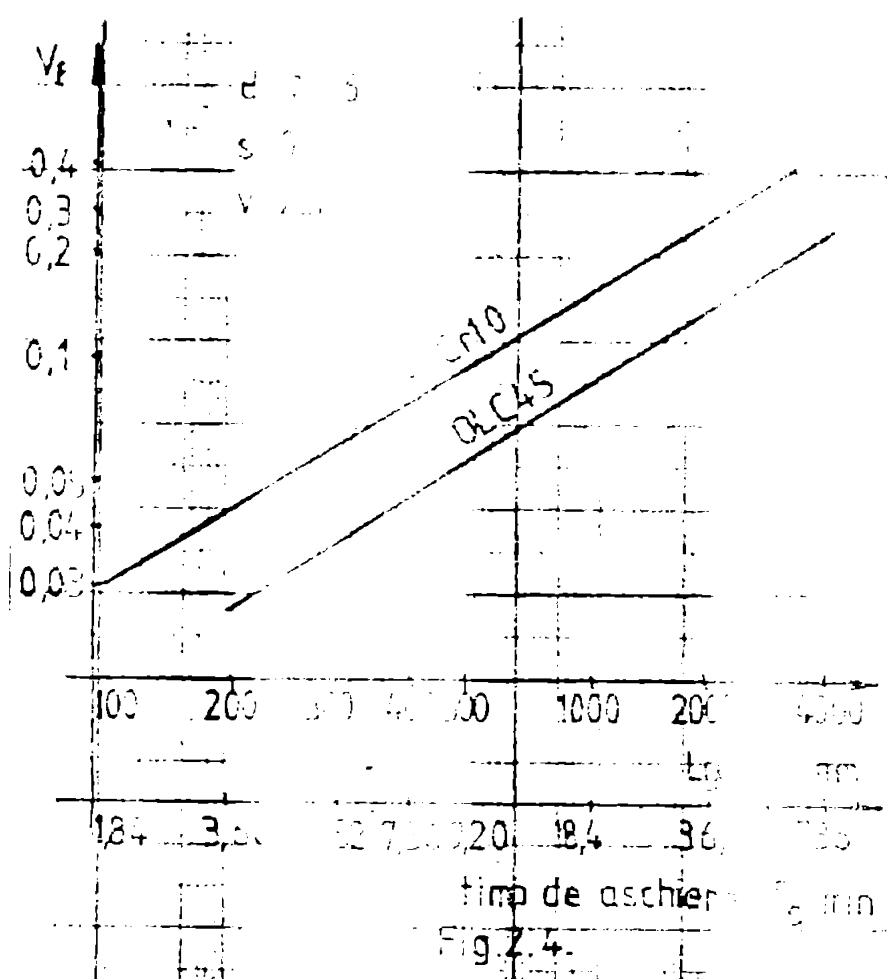


Fig. 2.2.) se poate determina viteza, după ce în posibil s-a stabilit valoarea pentru durabilitatea convențională economică, dată în literatură sau prin tabelari [2.14], [2.15], [2.18].

Analizând în continuare într-o primă fază datele furnizate de literatură, privind influența altor mărimi perturbatoare asupra procesului de găsire, se constată:



- influența metodei de acuzare a burghinului [2.19] asupra după sine variații ale numărului de treceri în limitele de 5 și respectiv 25-28 și pentru furtele axiale. Aceste valori se dau la un același burghiu acuzat corect (geometrie teoretică) în metode diferite;
- metode clasice cu suprafețe de aşezare compuse din 2 caturi (A);
- metode moderne folosind cu suprafețe de aşezare



speciale (B), (fig.2.5.a. și fig.2.5.b.).

- metoda franceză Avyco cu 3 pante (phase) [2.9], indicată pentru oțel și fontă, care micșorează virful burghiului, reducând astfel forțele axiale cu valori medii de 33 % pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$ , îmbunătățind și geometria găurii (fig.2.5.c., fig.2.5.d., fig.2.5.e.). După alte lucrări [2.10], modul de ascuțire influențează forța axială, care scade cu 20 % în cazul ascuțirii dublu plane și cu 25 % în cazul ascuțirii

elicoideale, rată de viteză de comparație a forței considerată pentru cazul ascuțirii conice normale. Se menționează totodată și metodele realizate în țara noastră - metode de ascuțire Elbitox, metode cu tăișul curb și unghi de așcă variabil, având suprafețe de aşezare cilindrică sau toroidală și care au realizat creșteri importante ale durabilității de până la 250 % [2.64].

În cazul ascuțirii incorecte a burghiului, aceste influențe pot fi mult mai mari (estimativ până la 150 %).

- influența vibrațiilor provenind din procesul de aşchiere poate fi 32 - 40 % pentru momentul de torsiune și 14 - 25 % pentru forțele axiale la burghie, [2.7.], [2.10.]. Aceste vibrații sînt dependente de lungimea burghiului, rigiditatea sa torsională, calitatea suprafeței canalelor de degajare a aşchilor (care la unele burghie se rectifică în scopul îmbunătățirii stit a geometriei soulei cit și a coeficientului de frecare la degajarea aşchilor prin cele două canale (fig.2.6.)).

- influența unghiului la virf al burghiului, față de cazul de referință cu unghi de  $120^\circ$ , forța axială scade cu valori pînă la 30 % pentru unghi de  $80^\circ$  și crește 14 % pentru unghi de  $140^\circ$ .

- influența grosimii relative a miezului burghiului față de cazul de referință avînd  $\theta = 0,15$ , atrage după sine creșteri pentru forța axială cu valori pînă la 55 % pentru  $\theta = 0,25$  și scăderi cu 18% pentru  $\theta = 0,12$ , iar pentru momentul de torsiune creșteri și scăderi cu valori pînă la 24 % pentru  $\theta = 0,24$  și diminuări cu 11 % pentru

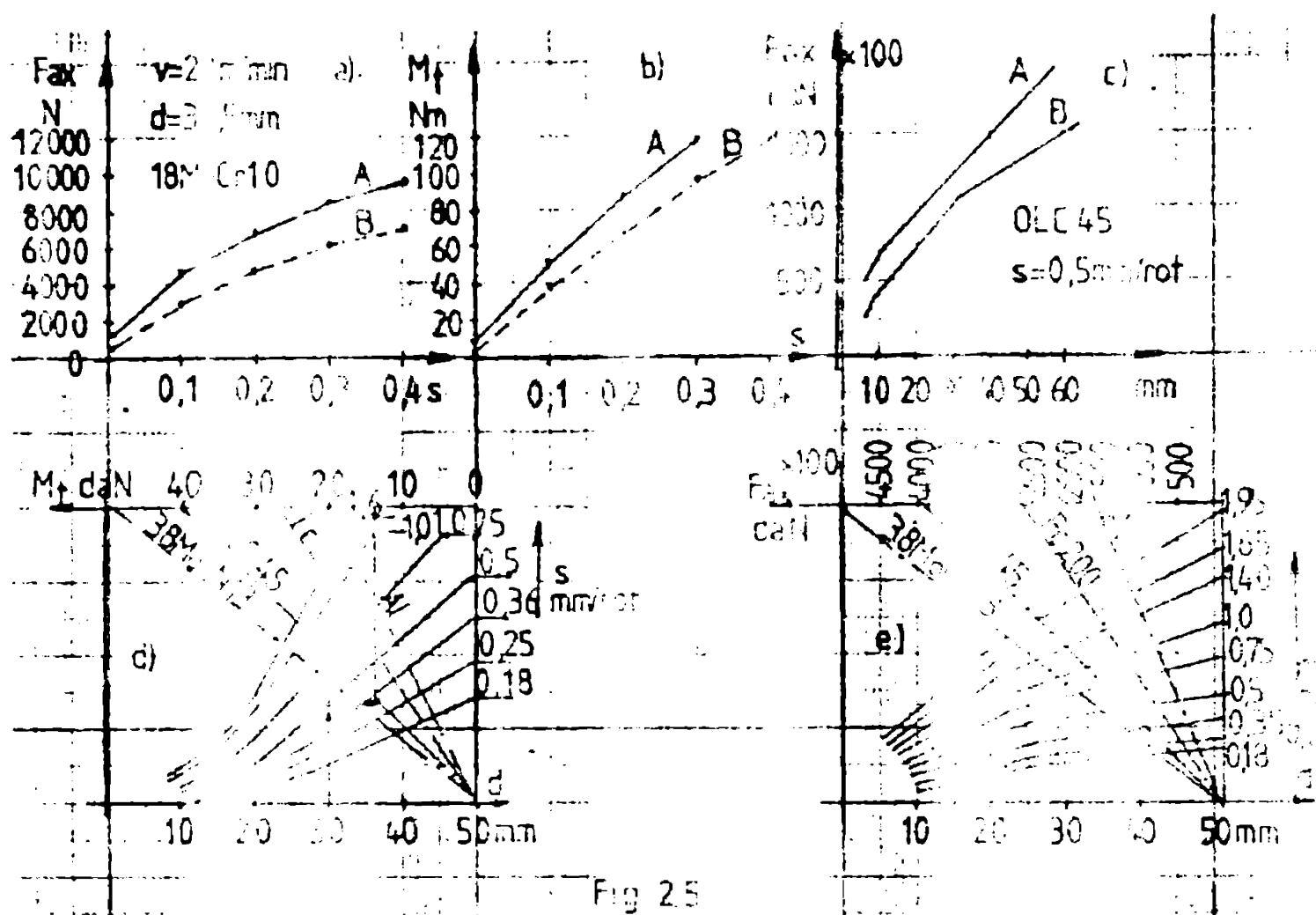


Fig. 2.5

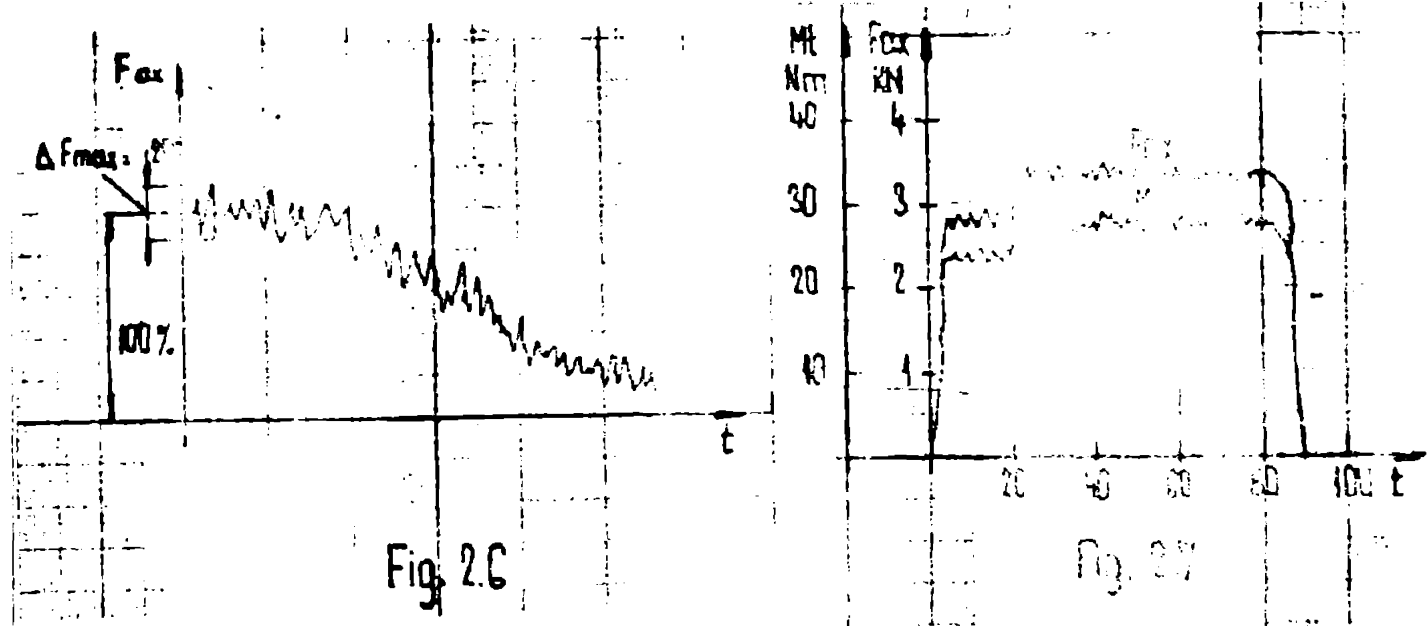
$\theta = 0,12$ . Valoarea de  $\theta = 0,15$  corespunde la burghie cu  $\phi 12$ ,  $\theta = 0,20$  la  $\phi 1,75$  și la  $\theta = 0,12$  la  $\phi 80$  [2.18]. Există încă procedee de acțiune care să elimine acest efect [2.16].

Microrupturile muchiilor tăietoare ale burghialui [2.20], [2.21], [2.22] prind variații de 20-40 % pentru forțe axiale și 25-50 % pentru momentul de torsiune al burghialui (fig. 2.7a).

În afară de considerarea numai influențele obiective ale perturbărilor și eliminând pe cele subiective cum sînt acțiunile incorecte ale aului cu nerespectarea tehnologiei de lucru, constatăm că se pot ajunge la obțineri ale valorilor forțelor axiale la burghie de ordinul pînă la 180 % față de valoarea teoretică, și respectiv pînă la 125 % pentru momentul de torsiune. În realitate aceste plaaje pot fi și mai mari, intervenind și subiectivismul aului prin erori de acțiune, de măsură etc. Aceste plaaje de variație sînt foarte mari și dovedesc caracterul aleatoriu al influențelor perturbărilor din proces.

Pe de altă parte calculul vitezei de așchiere  $V$ , care este un parametru important din proces, este prea laborios pentru a obține valori exacte.

Astfel în lucrarea [2.14] pag. 151-159, indicînd pe lângă formula (2.4.e) a vitezei de așchiere, încă 6 variante ale aceleiași formule pentru cazuri particulare de burghie plate sau plăcuțe dure



in plus sînt date mai multe tabele pentru diferiți coeficienți de corecție care țin cont în principal de  $G$ , al materialului piesei, respectiv duritatea HB, materialului și duritatea sculei, evansul în cm/rot., duritatea convențională a muchiiilor cășteare a sculei etc.

Lucrul cel mai dificil este să, chiar dacă s-a calculat teoretic corect viteza de aşchiere, în cazul concret de aşchiere, ea poate să sufere modificări înscunute pornind de la cauzele enumerate mai sus.

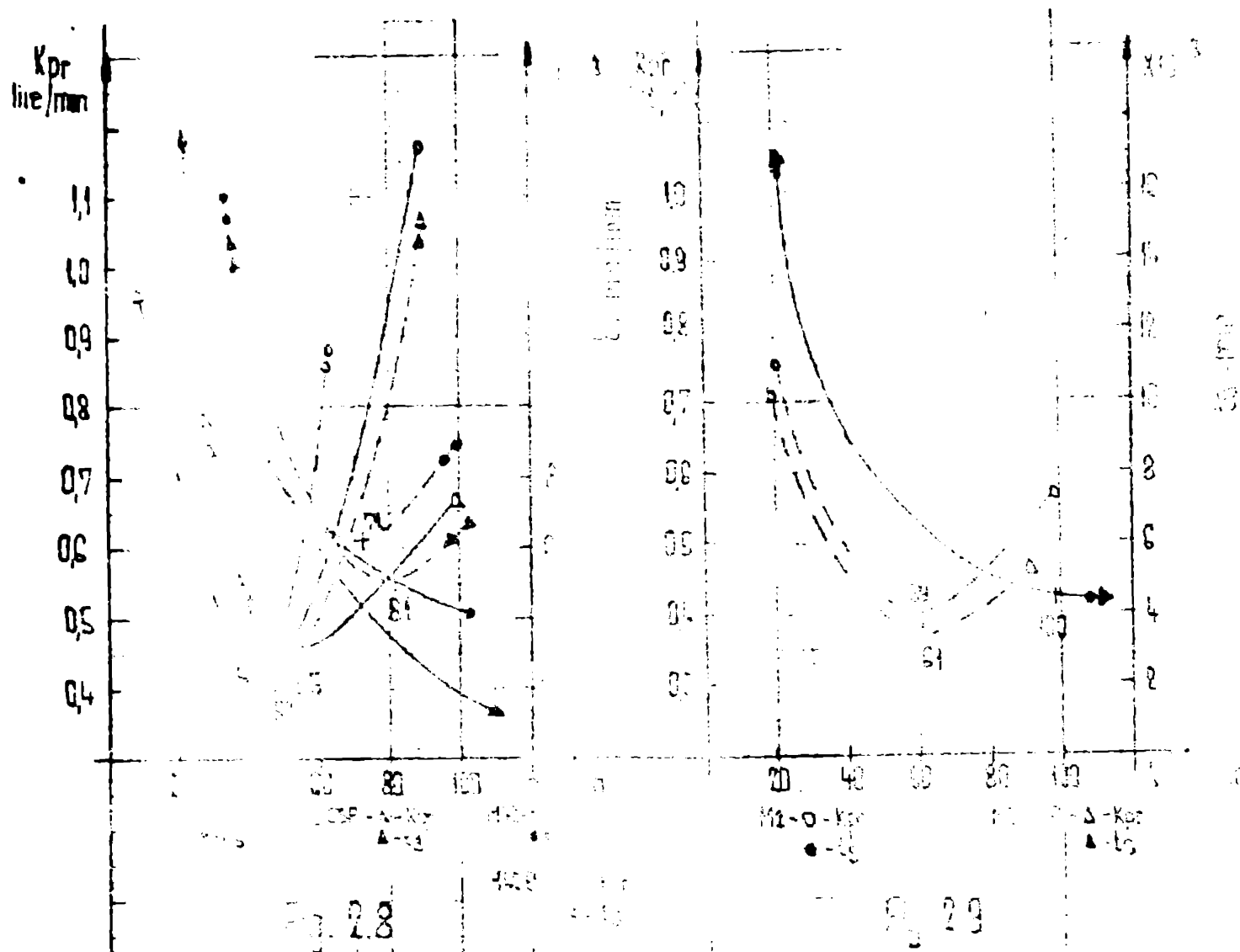
Influența vitezei de aşchiere asupra procesului de aşchiere și sudurabi asupra costurilor specifice, a fost analizată într-o serie de lucrări [2.8], [2.10], [2.17] din care rezultă următoarele concluzii (fig. 2.8 și fig. 2.9):

- viteza de aşchiere calculată pentru durabilitatea convențională maximă a sculei din oțel rapid este o viteză mică situată în jurul valorii 15 - 22 m/min., la care costurile de prelucrare specifice sînt maxime, iar timpul de prelucrare este deosebit de mare;

- viteza de aşchiere determinată pentru costuri de prelucrare minime este situată în intervalul 40-61 m/min. pentru scule din oțel rapid, la care timpul de prelucrare este redus învers proporțional cu creșterea vitezei în raport cu primul caz al durabilității maxime, iar durabilitatea sculei este diminuată și ea proporțional - deci costurile sînt cea. jumătate față de cazul precedent;

- viteza de aşchiere pentru timp mic de prelucrare se situează în intervalul 60-80 m/min., pentru scule din oțel rapid, la care durabilitatea se reduce la  $1/4$  din cea maximă, iar costurile specifice cresc din nou la valori apropiate de cele din primul caz.

De aceea, criteriul clasic al durabilității maxime, pe lângă deosebitul unui calcul foarte aproximativ pentru scopul unei durabilități est mai apropiate de cea convențională clasică,



mai are și dezavantajul de a fi cel mai necoordonat din punct de vedere al costurilor.

La mașini cu comandă numerică, la care schimbarea sculei se face rapid în regim automat sau semiautomat, acuzarea și pregătirea se face în atelierale specializate, iar mașina dispune de un set de scule de schimbă fel pregătite pentru lucru, criteriul cel mai rațional de lucru este cel al costurilor minime de prelucrare.

Un astfel de criteriu stabilit în mod automat și prin care se determină viteza de așchiere - iar în funcție de aceasta se reglează avansul - este un criteriu de optimizare automată. Aceasta se poate realiza numai prin comandă adaptivă (CA), dacă se ține cont și de influența celor mai importante perturbații aleatoare din proces.

## 2.2. FUNCȚIILE TEHNOLOGICE ALE PROGRESULUI DE GĂURIRE

### 2.2.1. MOMENTUL DE TORSIUNE ȘI FORȚA AXIALĂ DE AȘCHIERE

Pentru a analiza problema comenzii adaptive la mașina de găurit, și în special la acționarea principală unde se face reglajul automat a vitezei de așchiere (respectiv a turației arborelui principal), este necesar să se analizeze mai în detaliu modelul matematic al procesului de găurire, exprimat prin relațiile (2.4.).





Scopul urmărit este de a găsi un model matematic care să dea erori cât mai mici și cât mai apropiate de valorile forțelor axiale și momentelor de torsiune rezultate din eșchiera la începutul procesului, când usura este zero, iar ascuțirea este cel mai aproape de cazul ideal.

Ce model matematic literatură oferă valori similare, în general apropiate, pentru coeficienții  $C_V, C_P, C_M$  și exponenții  $X_M, X_P, Y_M, Y_P, Z_V, Y_V$ , și durabilitatea  $T$ , pentru aceleași formule (2.4.)

Astfel [2.15.] oferă una din cele mai usuale game de valori, exprimate prin diagramele din fig.2.10. Iar în cazul prelucrării oțelului, aceste valori s-ar concretiza în formulele:

$$M_t = 33,8 \cdot d^{1,9} \cdot s^{0,8} \text{ Nom - oțel} \quad (2.6.a.)$$

$$F_{ax} = 84,7 \cdot d \cdot s^{0,7} \text{ daN - oțel} \quad (2.6.b.)$$

Pentru valorile concrete măsurate la eșchiera cu burghie normale noi și reuzate [2.7.] respectiv:

$M_{tef} = 366 \pm 487 \text{ Nom}$  și  $F_{ax,cf} = 1370 \pm 1630 \text{ N}$ , obținând valorile:

$$M_{to} = 405,6 \text{ Nom cu eroare relat. de } 9,76\% \pm -20,07\%$$

$$F_{axo} = 1878,7 \text{ N " " " " } 27,07\% \pm -13,2\%$$

Acestea denotă că valorile coeficienților și exponenților din fig.2.10. propuși de [2.15.] dau valori de calcul pentru  $F_{ax}$  mai mare ca cele reale, deci scopul este pentru o serie de influențe perturbatoare ca: frecările eșchierilor în gaură (acestea depind de lungimea găurii și de rugozitatea suprafeței elicoidale de degajare de la burghiu), depuneri pe tăie, neomogenitatea materialului piesei etc., iar pentru  $M_t$  valorile se încadrează aproape de cele reale. În mod similar sînt oferite, în cazul prelucrării oțelului, formulele de calcul:

$$\text{- după [2.12.]} : M_t = 67 \cdot d^{1,71} \cdot s^{0,84} \text{ cu erori rel. de } -27\% \pm -3\% \quad (2.7.a.)$$

$$F_{ax} = 63 \cdot d^{1,07} \cdot s^{0,72} \text{ " " " } -12\% \pm -15\% \quad (2.7.b.)$$

$$\text{- după [2.13.]} : M_t = 56,25 \cdot d^{1,82} \cdot s^{0,78} \text{ " " " } -38\% \pm -16\% \quad (2.8.a.)$$

$$F_{ax} = 66 \cdot d \cdot s^{0,68} \text{ " " " } -10\% \pm +7\% \quad (2.8.b.)$$

$$\text{- după [2.15.]} : M_t = 33,8 \cdot d^{1,9} \cdot s^{0,8} \text{ " " " } -38\% \pm +20\% \quad (2.6.a.)$$

$$F_{ax} = 84,7 \cdot d \cdot s^{0,7} \text{ " " " } -27\% \pm -13\% \quad (2.6.b.)$$

$$\text{- după [2.23.]} : M_t = 27,2 \cdot d^2 \cdot s^{0,819} \text{ " " " } -6\% \pm +25\% \quad (2.9.)$$

După [2.28.] se propun aceleași relații ca după [2.12.], iar

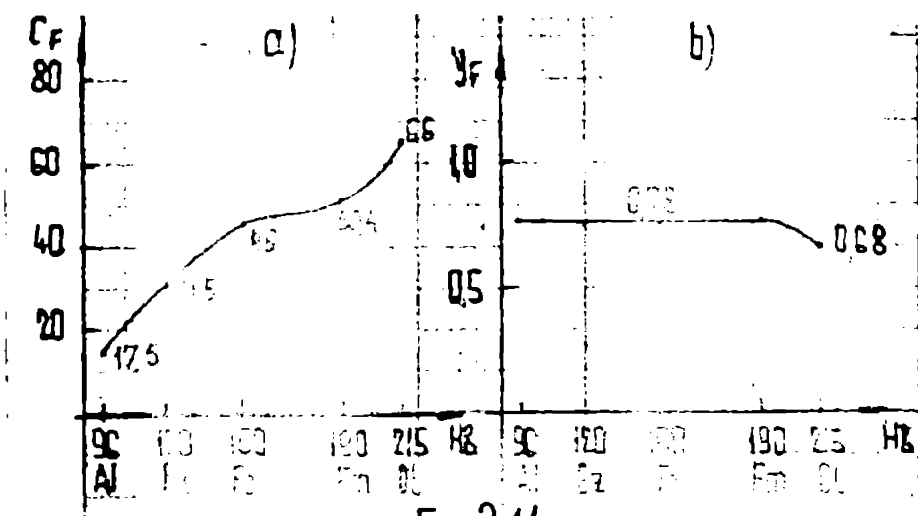


Fig. 2.11.

coeficienții exponenți indicați în relațiile (2.7.a.) și (2.7.b.) corespund prelucrării materialului OLC 45. Valorile obținute prin calcul se mai corectează cu coeficienții ce depind de tipul ascuțirii, unghiul la vîrf și grosimea relativă a miezului burghiului. Acești coeficienți

sînt egali cu 1 pentru cazul de referință general cu burghie standardizate, ascuțite la  $120^\circ$ , conic și grosimea  $\phi_0,15$  pentru  $\phi$  10-12 mm.

Not lucrarea [2.18] indică tabelar valori diferite pentru coeficienții și exponenții de calcul pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$  la diferite mărci de oțel, în funcție de duritatea Brinell considerată pentru o plajă totală de  $99 \pm 285$  HB.

Acestea atrage după sine o plajă de variație a forței axiale de  $-8,9\% \pm +56,9\%$  și respectiv de  $-8,4\% \pm +52,5\%$  pentru momentul de așchiere, față de cazul de referință al prelucrării oțelului OLC 45.

Astfel se alege momentul de așchiere din relațiile (2.6.a.) iar forța axială din relațiile (2.8.b.), obținînd relațiile cu care se va lucra în continuare pentru oțel:

$$M_t = 33,8 \cdot d^{1,9} \cdot s^{0,8} \text{ Nm} \quad (2.10.a.)$$

$$F_{ax} = 66 \cdot d \cdot s^{0,68} \text{ daN} \quad (2.10.b.)$$

Pentru celelalte materiale se obțin valori prin extrapolare pentru  $C_p, Y_p$  care se pot vedea în diagramele parametrilor modificați din fig. 2.11. și care se vor adapta în continuare ca model matematic al procesului. Cei alți coeficienți și exponenți din formulele  $M_t$  și  $F_{ax}$ , respectiv  $C_M, X_M, Y_M, X_p$  rămîn nemodificați conform diagramei din fig. 2.10. .

Cu acest model matematic se determină  $M_t$  și  $F_{ax}$  ca valori teoretice neinfluențate de mărimile perturbatoare din proces și care corespund cu valorile de la începutul procesului, fiind scule este nouă și corect ascuțită, avînd o geometrie cît mai aproape de cea ideală.

Față de aceste valori de referință - respectiv  $M_t$  teor. și  $F_{ax}$  teor., valorile reale din proces sînt diferite datorită acțiunii perturbațiilor din sistem. Ca urmare, sîntul prin identificarea acestor valori pentru  $M_t$  real și  $F_{ax}$  real - diferite de cele teoretice, se

acțiunea astfel în consecință prin ajustarea mărimilor de intrare  $s$  și  $s$ , în scopul optimizării procesului pe baza criteriului de optim ales, respectiv costul minim al operației.

### 2.2.2. VITEZA DE AȘCHIERE

Viteza de aşchiere la găurire este unul din cei mai importanți parametri ai procesului, de stabilirea căreia s-au ocupat cele mai multe lucrări, care au ca scop final determinarea regimurilor de lucru la găurire - respectiv valorile efective ale vitezei de aşchiere și avansului de înaintare a burghiului [2.8.], [2.10.], [2.11.], [2.12.], [2.13.], [2.14.], [2.15.], [2.16.], [2.23.].

Modurile de determinare a vitezei de aşchiere se pot împărți în trei grupe:

- pe criteriul durabilității maxime a sculei;
- pe criteriul costurilor minime de prelucrare;
- pe criteriul timpului minim de prelucrare (capacitate maximă de producție).

Formind de la formula generală a vitezei de aşchiere (2.4.c.) și relația dintre viteză și turația (2.4.e.), unii autori au adus o serie de coeficienți de corecție, sintetizați în coeficientul global de corecție [2.12.], [2.14.], [2.16.], [2.18.].

$$K_V = K_M \cdot K_T \cdot K_L \cdot K_{SM} \quad (2.11.)$$

Astfel viteza de aşchiere devine pentru găurire:

$$V = \frac{C_V \cdot d^{z_V}}{r^m \cdot s^{y_V}} \cdot K_V \quad (2.12.)$$

iar pentru lărgire sau slezare:

$$V = \frac{C_V \cdot d^{z_V}}{r^m \cdot s^{y_V} \cdot t^{x_V}} \cdot K_V \quad (2.13.)$$

în care  $t$  = este adâncimea de aşchiere în mm, iar ceilalți factori sînt identici cu cei prezentați în paragraful 2.1.

Coeficienții de corecție au următoarea semnificație:

$K_M$  - coeficient ce ține cont de duritatea reală a materialului piesei, diferită de cea etalon de :

- $\sigma_r = 75 \text{ daN/mm}^2$  - pentru oțel;
- 190 HB - pentru fonta cenușie;
- 150 HB - pentru fontă maleabilă;

Acest coeficient  $K_M = 1$  pentru durități egale cu cele de mai sus.

$K_T$  - coeficient ce ține cont de raportul durabilităților reale  $T_r$  și recomandată  $T$ , coeficient care are valoarea 1,0 pentru

$$\frac{L}{d} = 1$$

$K_L$  coeficient ce ține cont de lungimea găurii de executat și care are valoarea 1,0 pentru  $L = 3d$ , iar valoarea acestuia scade liniar ajungând la valoarea 0,5 pentru  $L = 10d$ .

$K_{SM}$  - coeficient ce ține cont de starea materialului, tratamentul termic și are valoarea de 1,0 pentru oțel laminat la cald iar valoarea acestuia scade la 0,8 pentru oțel îmbunătățit.

Acești coeficienți au fost introduși ca urmare a faptului că valorile coeficienților  $C_v$  și exponenții lor  $x_v, y_v, z_v, m$ , sînt în general insuficient de muntate.

Acest lucru se observă și din valorile prezentate pentru  $C_v, y_v, z_v, m$  în fig.2.10., valori care depind de tipul materialului: oțel, fontă cenușie, fontă maleabilă, aluminiu, bronz și de valorile  $v$  - vînsului mai mari sau mai mici față de 0,3 mm/rot.

Valorile prezentate în diagramele din fig.2.10. pentru  $C_v, y_v, z_v, m$ , sînt valori uzuale, aceleași ca cele prezentate de [2.12.], [2.14.], [2.15.], [2.16.], [2.18.].

Pentru  $C_v$  sînt prezentate 2 situații:

- burghie cu ascuțire simplă;
- burghie cu ascuțire dublă;

ambele în situație în care avansul  $s$  este mai mare ca 0,2 mm/rot., la oțel și 0,3 mm/rot. la fontă cenușie, fontă maleabilă, bronz, aluminiu și respectiv cînd  $s$  este mai mic față de aceste valori.

Materialul de prelucrare prezentat de literatură în 5 calități OL, Fc, Fm, Bz și Al, avînd durități medii de 215 HB, 190 HB, 150 HB, 120 HB și 95 HB, este insuficient diversificat, lucru dovedit chiar de coeficienții de corecție (2.11.), prezentați în diagramele din fig.2.12. .

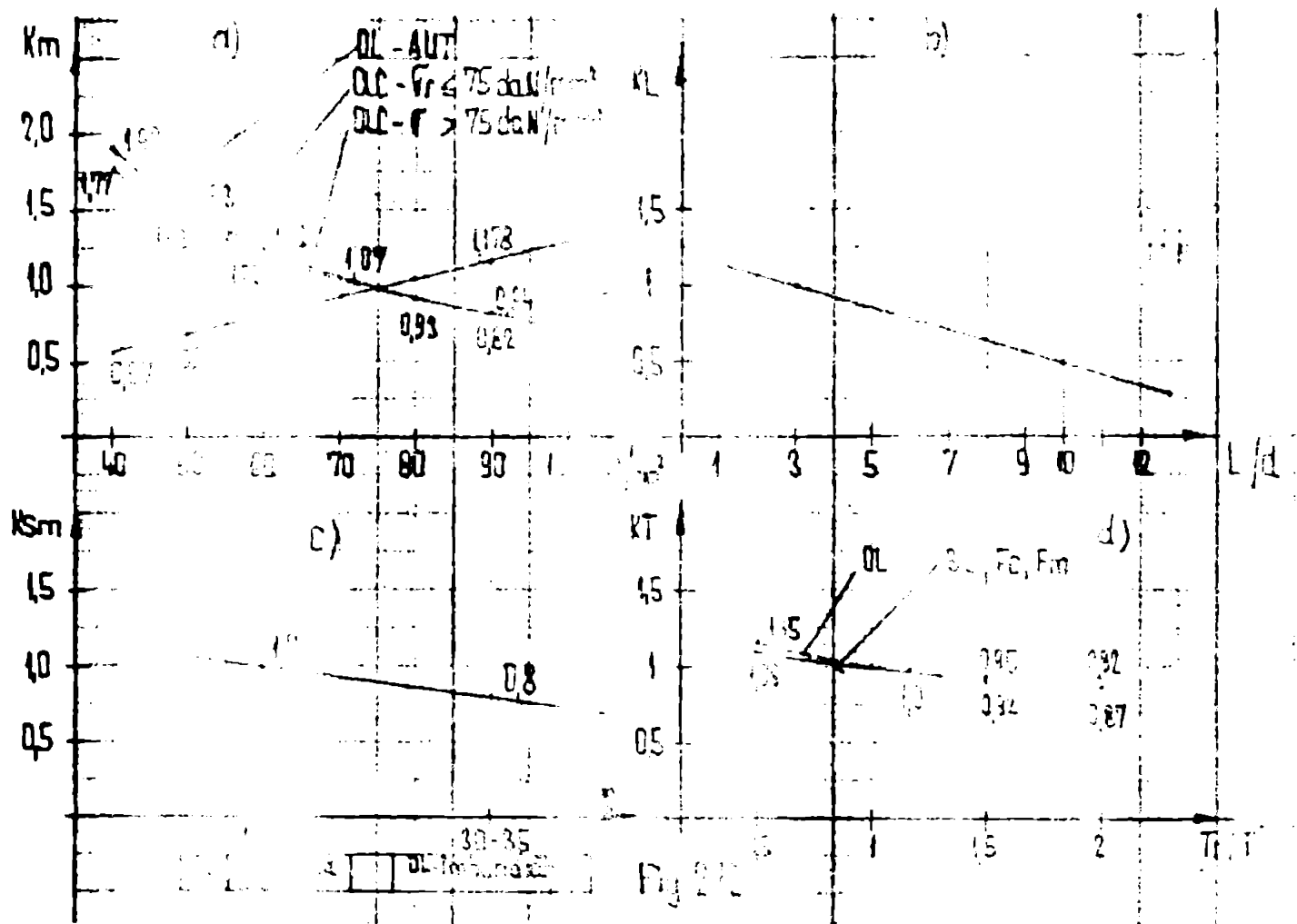
Diagramele din fig.2.10. încearcă să determine și valori intermediare din curbele trasate, menținînd formula de calcul (1.4.0.) respectiv (2.12.). Acest lucru este dovedit ca just de o serie de autori [2.14.] care dau variante de calcul a vitezei de aşchiere la diferite materiale cu diferite tratamente termice și durități și la care relațiile de calcul sînt similare (2.12.) și (2.14.). În acest caz  $K_m$  este înlocuit cu relațiile (2.13.) ce corespund cu valorile de pe diagramele din fig.2.12. .

$$K_m = \left( \frac{75}{\sigma_r} \right)^{1,05} \quad - \text{oțel pentru autostat}$$

$$K_m = \left( \frac{75}{\sigma_r} \right)^{-0,9} \quad - \text{OLC 45 avînd } \sigma_r \leq 75 \text{ daN/mm}^2$$

506430  
1810





$$K_m = \frac{75^{0.9}}{G_r^{0.9}} \quad \text{OLG avind } G_r > 75 \text{ daN/mm}^2 \text{ (si otel aliat)}$$

$$K_m = \frac{10^{1.3}}{H^{1.3}} \quad \text{- fontă cenușie}$$

$$K_m = \frac{15^{1.3}}{H^{1.3}} \quad \text{- fontă cenușie} \quad (2.13.)$$

Alți autori ca [2.13.], [2.14.], [2.16.], [2.18.], dau valori vitezelor de aşchiere sub formă tabelară, pentru diferite materiale, avansuri și alte condiții de execuție. Aceasta este însă o metodă și mai aproximativă decât cea de calcul, deoarece elementele de care se ține cont sînt mai puține, valorile sînt și mai puțin susținute față de factorii care influențează viteza de aşchiere. Din acest motiv tabelele pentru regimurile de aşchiere devin foarte laborioase și voluminoase, iar apelarea valorilor solicitate necesită o bază de date, lucru ce a fost realizat, dar care este relativ complicat și costisitor. Pentru mărirea eficienței unei baze de date se recurge la un sistem informațional centralizat pe calculator, lucru care simplifică dialogurile și operativitatea, dar care este costisitor [2.24.], [2.25.], [2.26.], [2.27.]. O mașină unscaltă echipată adecvat, poate în principiu și să dialogheze la nevoie cu o astfel de bază de date, care să-i furnizeze în mod automat valorile pentru regimurile de aşchiere.

Oricum însă, aceste valori obținute sînt valorile teoretice recomandate, care în proces se modifică apoi în funcție de perturbațiile aleatoare - respectiv condițiile reale de lucru, ceea ce necesită corecții și care nu se mai pot face fără SOA.

În principiu, în relația vitezei intră și durabilitatea  $T$  a sculei, ceea ce face ca între  $V$  și  $T$  să existe o relație biunivocă (2.4.0.). Aceasta înseamnă că, pornind de la criteriul durabilității sculei dorite să se realizeze la o valoare maximă sau o altă valoare impusă, se determină viteze de aşchiere pe baza acestei relații. La rîndul ei durabilitatea este asociată de uzura burghiului [2.10.], ceea ce atrage după sine interdependența  $V-T-V_F$ , și în care apar denumiri noi ca:

- viteză de aşchiere pentru o durabilitate  $T$  și uzură  $V_F$ , date ( $V_F/V_F$ );
- durabilitatea pentru o uzură  $V_F$ , dată ( $T_{V_F}$ );
- uzură a fețelor burghiului pentru o lungime de gaură  $L$ , dată ( $V_F - L$ );

Exemple conform [2.10.] -  $V_{60/0,2}$  - este viteza de aşchiere pentru durabilitatea  $T = 60$  min. și uzura fețetei  $V_F = 0,2$  mm, viteză care depinde de avans, și materialul piesei;

-  $T_{V_F} = 0,2$  - este durabilitatea pentru uzura fețetei egală cu  $0,2$  mm, care depinde de avans, și materialul piesei;

-  $V_{1000}$  - este uzura fețetei pentru o lungime de gaură de  $1000$  mm și care depinde de materialul piesei și al sculei;

Aceste observații se pot vedea și din fig.2.3. și din fig.2.4.

Durabilitatea maximă a sculei depinde însă de oțelul rapid din care este confecționată, de materialul piesei, de valorile  $v$  și  $s$ , precum și de alți factori cu influență indirectă ca: ascuțirea, lungimea găurii, tratamente termice ale piesei, lichidul de răcire etc., care atrag după sine corecții prin coeficienți.

Criteriul durabilității maxime a sculei nu este și cel mai economic.

Sub aspect economic lucrări ca [2.0.] analizează comparativ diferite mărci de oțel de scule (fig.2.6. și fig.2.9.) cu concluziile prezentate în paragraful 2.1. .

Indicații tabelare sau formule de calcul, respectiv valori de regimuri de lucru din bază de date, pe considerentul costurilor minime de prelucrare nu există în literatură și cu atât mai puțin corectate în funcțiile de condițiile de lucru reale.

Acest aspect devine important dacă costurile variază în

limitile largi după cum se vede în fig.2.8. și fig.2.9. .

Despe acest aspect al costurilor minime la găurire, și reglarea automată a vitezei de aşchiere în scopul realizării acestora, în condițiile reale de lucru și cu respectarea restricțiilor sistemului, SCA, se va ocupa în continuare lucrarea de față.

Al treilea criteriu - cel al timpului minim de prelucrare, este tratat în lucrarea [2.6.], pornind de la relația timpului de prelucrare:

$$t = \frac{L}{n \cdot s} + \frac{t_{so}}{L} \quad (2.14.)$$

în care:  $n$  - turația în rot/min.  $t_{so}$  - timp de schimbare sculdă în min.  
 $s$  - avans în mm/rot.  $L$  - lungimea găurii în mm

Acest timp este dependent de durabilitatea  $T$  a sculei, materializată în formula (2.14.) prin lungimea  $L$  a găurii.

Viteza corespunzătoare timpului minim de prelucrare este ca valoare mai ridicată decât cea a costurilor de prelucrare minime (fig.2.8. și fig.2.9.), dar la aceste valori mari de viteză - de ordinul 60-80 m/min., costurile de prelucrare au creșteri importante, astfel că acest criteriu devine nerentabil, ținând cont și de consumul ridicat de scule existente din materiale deficitare.

O problemă specială o ridică viteza de aşchiere în cazul burghiilor mici, sub  $\varnothing 3$  mm diametru. Aici pe lângă faptul că apar fenomene noi de frecare cauzate de geometria diferită a burghiilor, mai intervine lungimea găurii, care are influență pronunțată ca la găurile adânci.

Literatura oferă diferite metode de calcul a vitezei de aşchiere [2.28.], adesea contradictorii.

Astfel [2.11.] propune relația:

$$v = \frac{6,65 \cdot d^{1,32}}{L^{0,3} \cdot s^{0,86}} \text{ m/min.} \quad (2.15.)$$

și care la avansuri de ordinul 0,004 - 0,006 mm/rot. dă viteze de aşchiere de 10,7 - 13 m/min., în cazul prelucrării oțelului OLO 45 cu diametre de 0,5 l mm.

Viteza astfel determinată se corectează cu coeficienți similari:

-  $K_L = 1 \pm 0,4$  - dependent de lungimea găurii (limitile corespund cu lungimi de  $4 d - 7 d$ )

-  $K_{v0} = 1 \pm 0,4$  - dependent de lichidul de răcire utilizat (valoarea 1 pentru răcire cu terebentină, 0,6 pentru emulsie și 0,4 pentru lipsă răcire.).

-  $K_{LW} = 1 \pm 0,7$  - dependent de flambaj (valorile corespund

cu lungimi libere de burghie în intervalul  $10 d - 16 d$ ).

Durabilitățile obținute ca maxime la vitezele de mai sus, se situează în intervalul  $T = 30 \pm 120$  min. pentru diametre de  $0,5 \frac{1}{2}$  in și respectiv viteze de  $10,7 - 13$  m/min. și în condițiile  $L \leq 4 d$  (lungimea găurii) și  $L_1 \leq 10 d$  (lungimea liberă a burghiului).

Lungimea găurii în intervalul  $L = 4 d \pm 8 d$  provoacă scăderi mari ale durabilității (depină la 92 % pentru  $L = 8 d$ ) datorită răcirii defectuoase a sculei la fundul găurii.

Flambajul începe să influențeze durabilitatea începând cu lungimi libere de burghiu peste  $10 d$ , ajungând la scăderi de pînă la 50 % la  $L_1 = 16 d$ , ca urmare a stabilității reduse și rezistenței la torsiune diminuată.

Alte firme ca ACIERA Elveția [2.28.] recomandă cu totul alte valori pentru viteze de aşchiere la diferite materiale (fig. 2.13.). Pentru comparație vom lua oțelul OLC 45 la care vitezele de

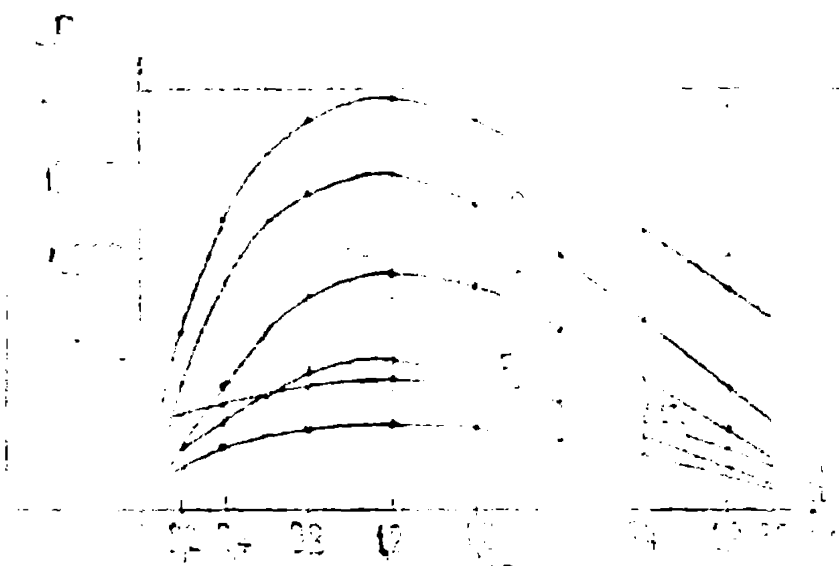


Fig. 2.13.

aşchiere calculate conform valorilor indicate în fig. 2.13. sînt cele din tabelul alăturat. Aceste valori recomandate nu se referă la lungimi de găuri și de burghie dar se poate observa că acestea sînt motivele pentru care se recomandă o diminuare a vitezei de aşchiere odată cu scăderea diametrului burghiului. Viteza maximă a vitezei se situează la

$d = 1,2$  mm, iar valorile pentru  $d > 1,2$  se reduc ca urmare a limitării puterii de către puterea motorului principal (avansul anual fiind considerat constant, deci momentul de aşchiere constant și egal cu cel al EMOC de cuplu constant - ca urmare la depășirea puterii EMOC, scade turația).

d	mm	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0
$V_{OL}$	m/min.	1,25	5	8,5	12,5	15,1	19,8	20	16	8
$V_{Po}$	"	1,75	7,2	13,2	22	27	31,5	32	24,5	9,5
$V_{Bs}$	"	1,9	14,5	20	34	42,5	52	53,5	44	21,5
$V_{Al}$	"	5,1	24,5	39,5	61,2	74	93	100	96	84

Aceste condiții de dificultate sporită de determinarea vi-

tesei de aşchiere la burghie de dimensiuni mici, au început apariția unor comenzi adaptive care să realizeze reglarea automată a vitezei de aşchiere respectiv a turației sculei [2.30.], iar altele la care se reglează avansul [2.31.], [2.32.] .

Acestea în general iau în considerare formulele de calcul a vitezei, la care aplică coeficienții de corecție și totodată țin cont de restricțiile sistemului STE - care conține în principal ACP având EMCC - prin măsurarea momentului de torsiune sau a curentului absorbit de motor, iar apoi calculează și instalează turația mașinii în mod automat și/sau avansul de însertare a sculei.

În general SCA-urile se pretează foarte bine la găurile cu diametre mici, la care viteza de aşchiere se reglează automat pentru durabilități maxime de scule și pentru protecția acestora la rupere [2.29.], [2.30.], [2.32.] .

Pentru diametrele mijlocii și mari ( $\varnothing 4 - \varnothing 63$ ), sistemul ideal de CA este cel pe baza costurilor minime de prelucrare cu respectarea tuturor restricțiilor sistemului STE, în special protecția sculei la rupere [2.33.] .

Acest din urmă scop de protecție a sculei are două moduri de rezolvare:

- evitarea ruperii prin îndepărtarea de restricția impusă de sculă prin reglajul automat al avansului și vitezei cu SCA [2.33.] .
- detectarea uzurii sau ruperii sculei și avertizarea sau oprirea mașinii, utilizând pentru aceasta soluții de la SCA-uri [2.20.], [2.21.], [2.22.], [2.35.] .

Se vor analiza pe rând aceste SCA-uri, care s-au impus pe plan mondial pentru a face apoi analiza comparativă cu cercetările indigene, prezentate în continuare.

### 2.3. STADIUL ACTUAL AL COMENZII ADAPTIVE LA MAȘINI DE GĂURIT

Ca și dată a apariției SCA-urilor la mașini unelte pe plan mondial se pot menționa anii 60, acestea fiind menționate într-o serie de lucrări [1.2.] ca fiind mașini unelte echipate cu comandă adaptivă.

Cu toate acestea, la noi în țară - deși industria de mașini unelte era doar la începuturile ei, lucrări ca [2.37.] executate mai întâi la Facultatea de mecanică Brașov și apoi la I.P.T.V.T. de prof.dr.ing.E.Dodon pe strunguri, pun bazele cercetării acestui nou domeniu sub numele de reglare automată (RA) a regimului de aşchiere. Denumirea actuală a fost luată din engleză: Adaptive Control (AC) și părută mai târziu.

Pentru procesul de găurire, SCA-urile ce pot fi menționate



au apărut după 1970, s-au perfecționat continuu, ajungând la nivelul anului 1983 beneficiare a tehnicii de vîrf - prin utilizarea micro-procesoarelor și unităților programabile.

### 2.3.1. DIRECȚIILE DE DEZVOLTARE

Se pot constata următoarele direcții de dezvoltare a SCA-urilor la mașini de găurit:

- mașini de găurit edine, cu diametre de găurire mici - max- $\varnothing$  6, la care în mod curent  $\varnothing > 5$ , utilizând burghie elicoidale [2.29.], [2.30.], [2.31.], [2.32.], [2.38.];
- mașini unelte utilizând scule de găurire ca burghie elicoidale și adiautoare, cu optimizări a regiunilor de lucru pentru aceste scule, pe o gamă largă de diametre [2.39.], [2.40.], [2.41.];
- mașini de găurit edine utilizând procedeele: burghiu drept - "gun-drill" - cu o plăcuță aplicată, SPA și EJECTOR [2.42.];
- mașini unelte apte pentru supraveghere automată a uzurii și ruperii burghiilor elicoidale, utilizând sisteme semiadaptive [2.20.], [2.21.], [2.22.], [2.36.], [2.44.], [2.45.], [2.46.], [2.47.];
- mașini de elezat cu oușit interior [2.43.] dar la care procedeele este similar cu cel al străunjirii;

Prezenta lucrare se va ocupa de aşchieră cu burghie elicoidale și ca atare se vor analiza SCA-urile referitoare la acestea.

Pentru găurirea cu diametre mici, SCA-urile au evoluat în perioada 1970-1982. Dintre acestea se vor prezenta:

. Sistemele dezvoltate sub conducerea prof. dr. B. A. Balaschin pe instalații de laborator realizate în acest sens, în variante hidro-mecanice și respectiv electrohidraulice, pe principiul stabilizării momentului de torsiune.

. Stadiul actual (1984) - privind cele mai noi modele industriale lansate pe piață, avînd la bază tehnica microprocesoarelor.

Pentru cazul prelucrării de diametre de găurire normale cu burghie elicoidale se vor analiza:

. Sistemul de CA pentru burghie dezvoltate și comercializat de firma "MACHINE MILLING MACHINE Co Ltd TOKIO" în colaborare cu "FUJITSU - PANUC Ltd POLIC".

. Sistemul de CA realizat la Universitatea Stuttgart pentru mașini de frezat, cu prelucrare mecanică a informațiilor, aplicabil și pentru burghie, realizat în 1981.

Ca tendință de ultimă oră, privind supravegherea automată a durabilității sculei, respectiv uzurii și ruperii sculelor, se menționează:

. Instalația industrială de supraveghere a usurii și ruperii burghiilor realizată de firma DIAG Fritz Werner Berlin.

. Stadiul actual (1984) privind cele mai noi modele de centre de prelucrare lansate pe piață, echipate cu dispozitive de supraveghere a usurii și ruperii sculelor.

In ceea ce privește evoluția traductoarelor și echipamentelor specifice se prezintă:

. Stadiul actual (1984) a traductoarelor și echipamentelor specifice, utilizate în SCA-uri.

### 2.3.2. DESCRIBEA SISTEMELOR CUNOSCUTE SI A VARIANTELOR

#### DERIVATE

2.3.2.1. Sistemele de CA pentru burghie, dezvoltate, sub conducerea prof.dr.B.S.Balakein, pentru reglarea automată a parametrilor procesului la găurirea diametrelor mici, sînt următoarele:

A. - Instalația hidro-mecanică pentru reglarea avansului de pătrundere a burghiului pe criteriul menținerii constante a momentului de torsiune al burghiului în timpul aşchierii (fig.2.14.) [2.31.] .

Instalația se compune din:

- acționarea principală a sculei, conținînd EMAT, care are statorul rotitor (ST) în lagățele sale exterioare RL, și menținut în poziție unghiulară de arcul spiral AS,

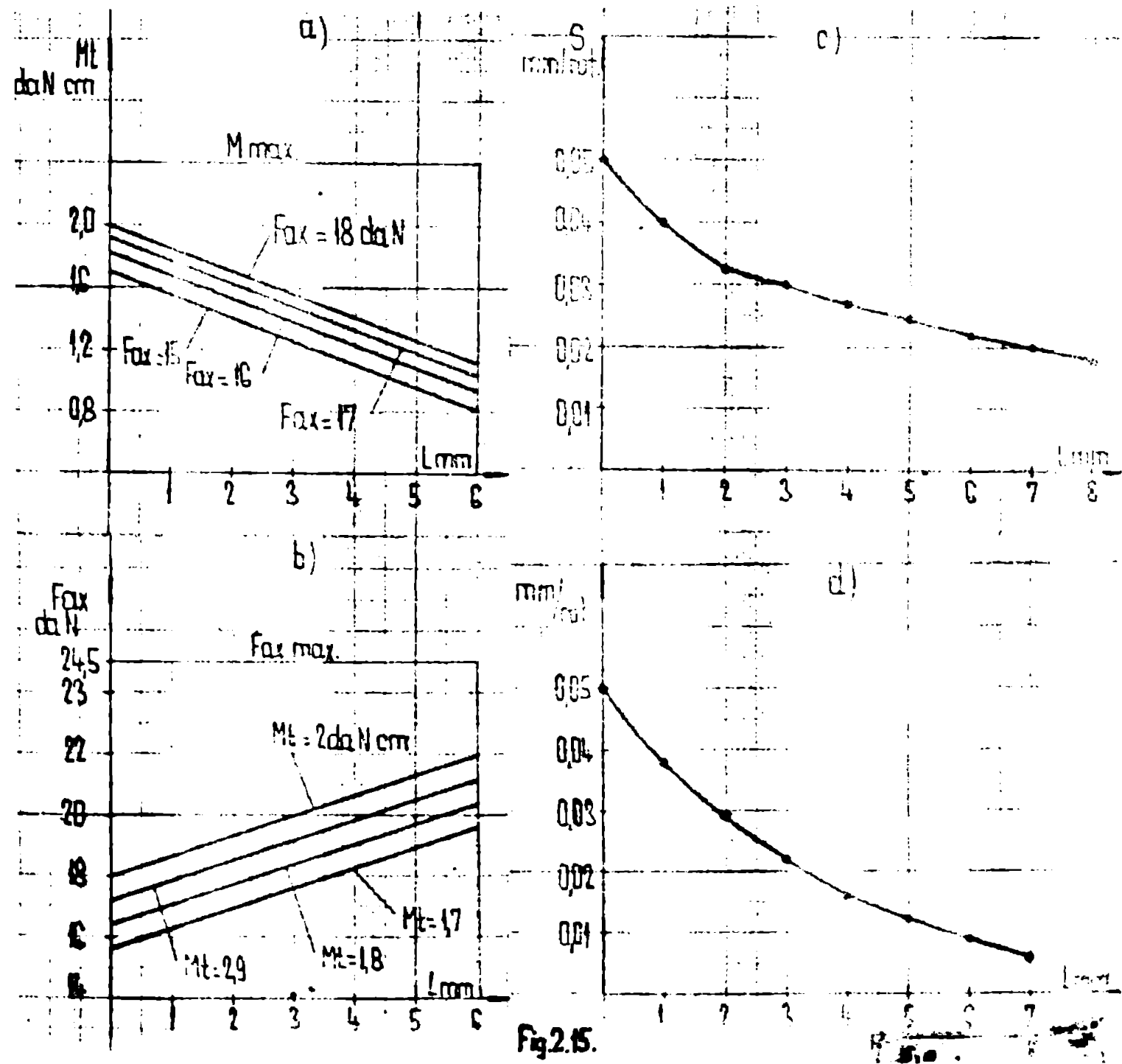
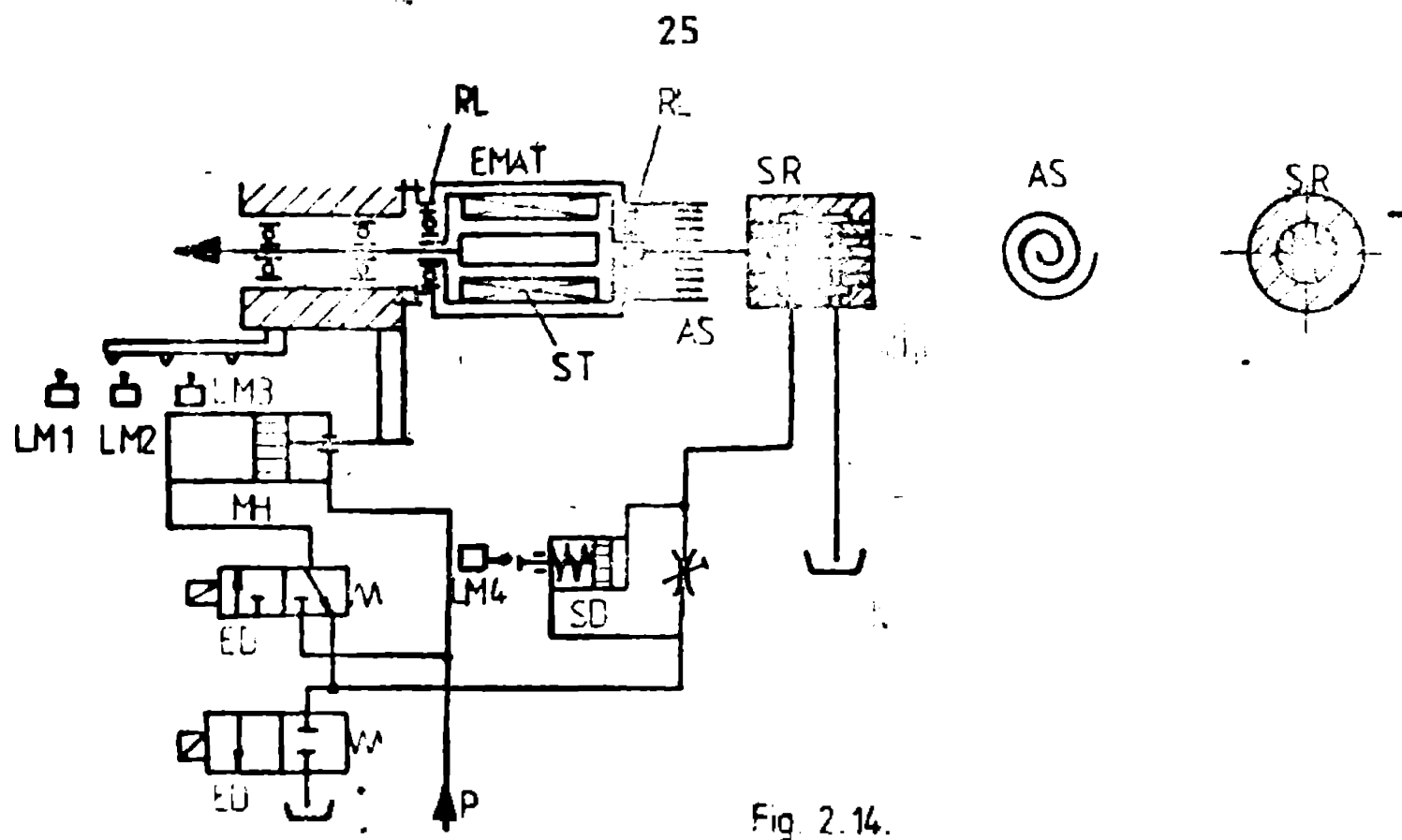
- elementul de comparație a momentului de torsiune real cu cel de referință dat de valoarea pretenționării arcului spiral AS, eroarea fiind transmisă la sertarul de urmărire hidr.rotativ SR;

- acționarea de avans a sculei, compusă din MH, care are ciclul compus din apropiere rapidă, avans de lucru, retragere rapidă, realizat prin electrodistribuitoarele ED, comandate de limitatorii de curea LM, precum și de sesizorul diferențial SD, de avans minim, la acționarea cărui se comandă retragerea rapidă și reluarea ciclului.

Avansul tehnologic este reglat prin SR astfel ca momentul  $M_t$  să fie const. pe tot timpul găuririi, reglare ce provoacă o scădere continuă a avansului pe lungimea de găurire, iar la atingerea unei valori minime a avansului de 0,022 mm/rot. prin SD se comandă retragerea rapidă pentru evacuarea spanului și apoi ciclul se reia de la început.

Acest sistem s-a adoptat ca urmare a creșterii momentului de aşchiere în funcție de lungimea de găurire. În fig.2.15. sînt prezentate considerentele tehnologice ce stau la baza sistemului, în final  $M_t$  fiind mărimea reglată:

a -  $M_t$  funcție de l pentru diferite  $F_{ax} = \text{const.}$



- b -  $F_{ax}$  funcție de  $l$  pentru diferite  $M_t = \text{const.}$   
 c -  $S$  funcție de  $l$  pentru  $M_t = \text{const.}$   
 d -  $S$  funcție de  $l$  pentru  $F_{ax} = \text{const.}$

Acest sistem are ca neajuns lipsa de rigiditate la torsiune și este utilizat la găuri mici.

În mod similar în fig.2.16. este prezentat un caz asamblător [2.32.], la care se elimină EMAT cu stator rotitor și se înlocuiește cu EMAT normal, dar în acest caz prelucrarea momentului de așchiere se face prin reacțiunea la pârghia P, care ține fixat elementul suport sateliți S, și mecanismului planetar MP.

Această reacțiune proporțională cu  $M_t$  este echilibrată de arcul elicoidal AB, pretenționat la viteza de referință pentru  $M_t$ , iar eroarea rezultată din comparație se transmite printr-un sistem de pârghii la droselul DR de reglaj al avansului tehnologic.

B. Instalația electro-hidraulică pentru reglajul avansului de pătrundere al burghiului la găurirea adâncă cu diametre mici (fig.2.17.) și având schema bloc în fig.2.18. [2.38].

Aici comanda HMS pentru avansul burghiului este asigurată

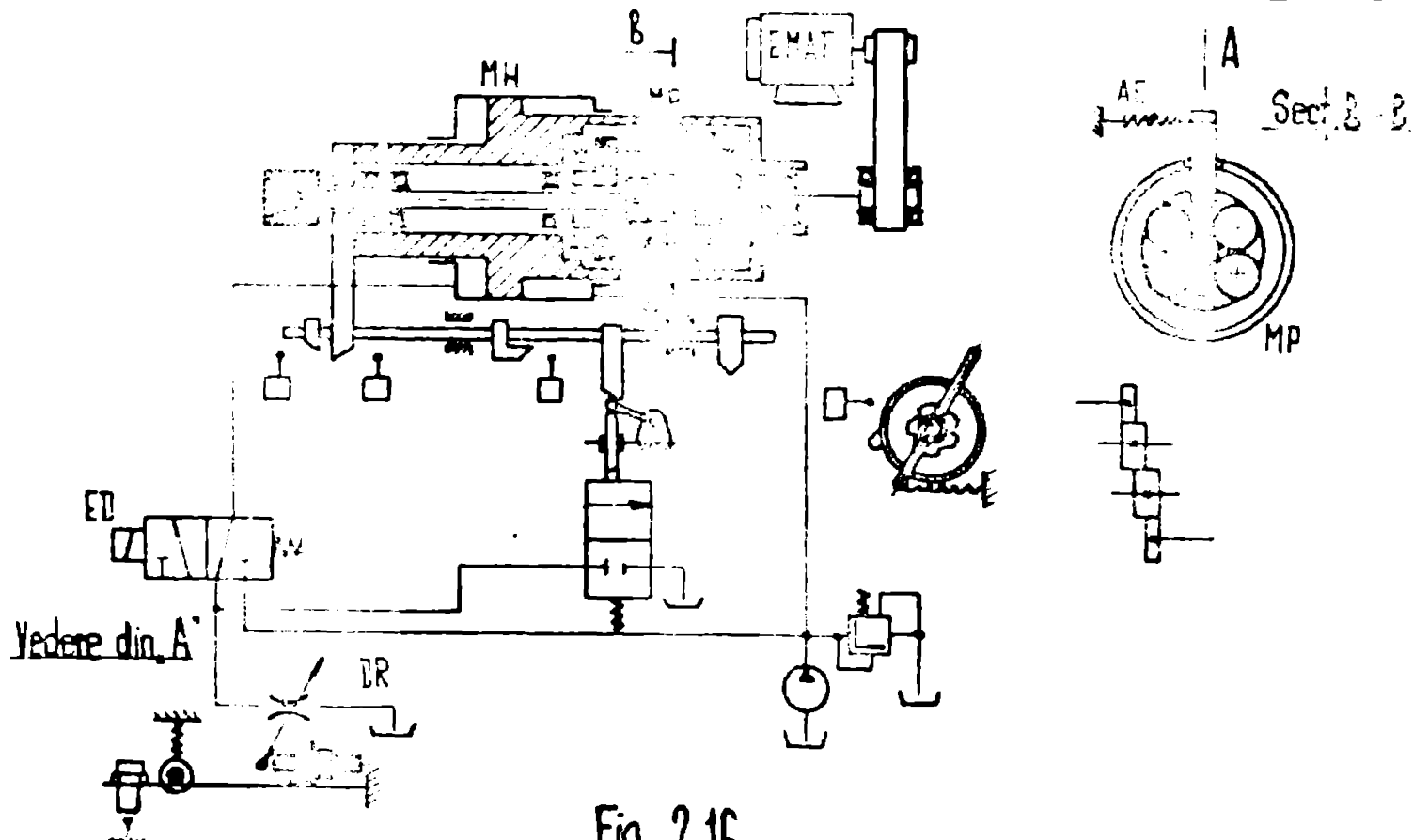


Fig. 2.16.

de amplificatorul electrohidraulic AEH, comandat de urmare a comparației avansului efectiv măsurat de tahogeneratorul TS, cu avansul realizat de la blocul de avans precizia AVP, care oferă ieșire fie avansului de pătrundere, fie un avans de lucru reglat și corectat în funcție de momentul de așchiere din proces. Momentul de așchiere este măsurat la arborele principal cu traductorul TM.

Sistemul ține cont atât de restricții  $M_{max}$ ,  $V_{min}$ ,  $S_{min}$ , cât și de stabilizarea momentului de torsiune - care este și criteriul de bază al sistemului adaptiv. Valoarea de referință pentru moment este dată din blocul mărimilor de referință BMR, urmare a programării ei. Tot de aici este dată și viteza de aşchiere, care se transmite prin amplificator magnetic AM la electromotorul principal de curent continuu EMCC.

Toate cazurile de mai sus necesită prescrierea valorii de referință  $M_t$  de către operator.

2.3.2.2. Stadiul cel mai nou - 1984, privind realizările de modele industriale la mașini de găurit pentru diametre mici, lansate pe piață (date sumare nu se cunosc mai multe) este următorul [2.30.] :

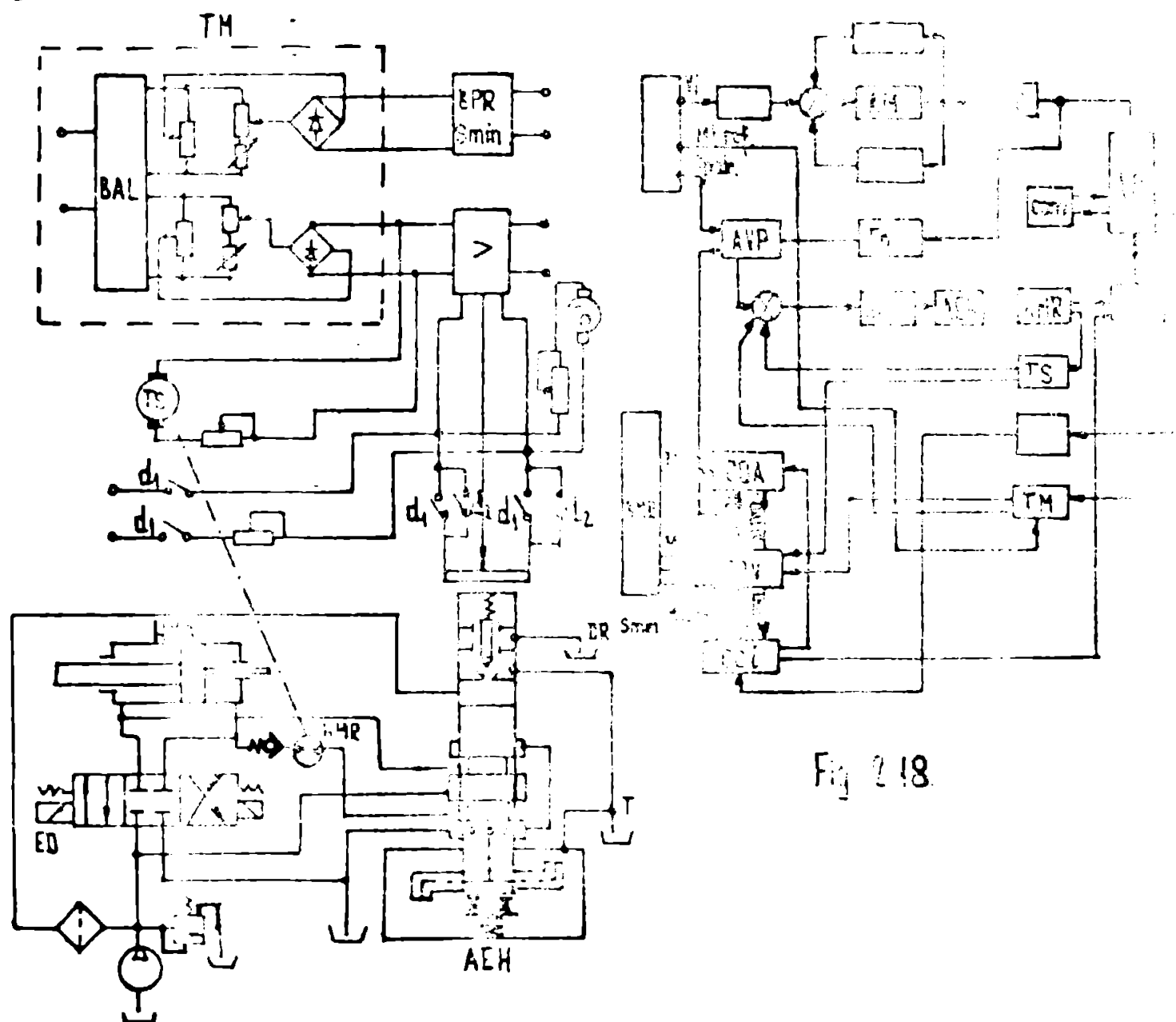


Fig. 2.17

Fig. 2.18

- Mașina de găurit diametre mici, echipată cu comandă adaptivă de optimizare prin microprocesor (firma Black and Decker -USA).



caracterizată prin:

- mașina este echipată cu un motor de curent continuu comandat prin transistori, având turație ridicată, turația maximă de ieșire la AP fiind de 20000 rot/min.,  $\varnothing$  maxim de găurire de 3 mm.

- pe fațada mașinii se găsește tastatură și vizualizarea digitală a unui microcalculator specializat, la care se introduce la început diametrul de găurire, lungimea găurii materialului de prelucrat sau duritatea acestuia. Pe baza acestor date are loc determinarea puterii utile pentru cazul concret de prelucrare, iar apoi pe baza momentului de torsiune efectiv obținut în proces se urmează a unui ecran stabilit manual de operator, se determină și se reglează valoarea turației arborelui principal.

Momentul de torsiune este stabilit prin măsurarea valorii curentului absorbit de motor.

- Adâncimea de aşchiere influențează după o lege liniară variația crescătoare a momentului, ceea ce provoacă la puterea utilă constată o scădere a turației și în final vizualizarea necesității scoaterii burghiului din gaură pentru evacuarea aşchilor, respectiv terminarea găuririi la adâncimea programată.

- În cazul filetării [2.29.] atingerea adâncimii prescrise provoacă reversarea sculei, iar pe timpul prelucrării se controlează momentul de torsiune al sculei (furnizor Präzisions - Werkzeugmaschinenbau, München).

Sînt de remarcă la aceste realizări gabaritele extrem de reduse ale mașinilor, lipsa dușurilor electrice, apariția microprocesoarelor specializate prin soft adecvat, marea sensibilitate precum și stabilitatea ridicată.

Ambale sînt mașini de găurit de masă, cu precizii ridicate utilizate în special pentru industrie aviației. Nu se dispune de alte date pentru aceste utilaje.

2.3.2.3. Sistemul de CA pentru burghie dezvoltat și comercializat de firma "MAKINO MILLING MACHINE Co Ltd TOKIO", în colaborarea cu "FUJITSU FANUC Ltd TOKIO" [2.39.], [2.40.].

Acest SCA a fost montat pe un centru de prelucrare tip MCC loc AC la care schema bloc este prezentată în fig.2.19.

Principal, acest SCA se bazează pe măsurarea momentului de torsiune real al arborelui principal pentru scule în cauză, măsurare care se face prin 2 metode, în funcție de soluția adoptată pentru acționarea principală ACP:

- ACP cu HMR comandat cu amplificator electrohidraulic AEH (element proporțional de reglaj al debitului), la care  $M_f$  este pro-

portional cu diferența de presiune DP de la intrarea și ieșirea în HMR.

- ACP cu EMCC, la care  $M_t$  este măsură curentului absorbit de motor. Această e 2-a variantă pentru ACP s-a iapuz în final ca soluție adoptată de firmă.

Optimizarea se face cu un algoritm pornind de la relația lui Taylor  $V \cdot T \cdot S^p = C^q$  (2.16.) în care:

v - viteza de aşchiere în m/min.

S - avansul în mm/dinte;

T - durabilitatea sculei în minute;

relație ce se mai poate scrie :  $V \cdot S^p = C^q$  (2.17.)

Pentru fiecare sculă se dau prin program următoarele date: raza R, numărul de dinți, momentul  $M_t$  optim.

Ca urmare a măsurării momentului de torsiune efectiv, se poate scrie:

$$\frac{M_t \text{ opt.}}{M_t \text{ ef.}} \cdot K \text{ vechi} = K \quad (2.18.)$$

care este un coeficient de corecție utilizat pentru determinarea avansului:

$$S \text{ opt.} = \frac{M_t \text{ opt.}}{M_t \text{ ef.}} \cdot K \text{ vechi} \cdot S \text{ prog.} \quad (2.19.)$$

fiecareu scule și care, la coincidența cu durabilitatea T - prescrisă, scula respectivă este schimbată.

Ca exemplu de relație a lui Taylor, pentru freze cu dinți aplicați se utilizează relația:

$$V \cdot S^{0,496} \cdot T^{0,278} = 208 \quad (2.21.) \text{ reprezentată în fig. 2.20.}$$

Calculul este refăcut și verificat cu o periodicitate de 0,5 sec., determinându-se valoarea K, care devine K vechi pentru etape de calcul următoare, reglindu-se de fiecare dată V și S.

Dezavantajul metodei constă în dificultatea determinării  $M_t \text{ opt}$  în vederea programării pentru fiecare sculă. Din acest motiv sistemul acesta nu a reușit să se iapuză și s-a schimbat în sensul supravegherii automate a durabilității sculei, vezi parag. 2.3.2.5.

2.3.2.4. SOA-ul dezvoltat la Institutul pentru tehnica co-  
mensilor la mașini unelte și instalații de producție a Universității din Stuttgart, sub conducerea prof. dr. ing. G. Stute în 1981 [2.41] echipoază o mașină de frezat cu 10 de conturare, avind o păpușă cu doi arbori principali și ACP-uri separate. Acest SOA, realizat prin tehnica "software" este denumit "digital", aceasta deoarece are la bază prelucrarea numerică a informațiilor, spre deosebire de sistemele mai vechi care utilizează tehnica hardware cu prelucrare ana-



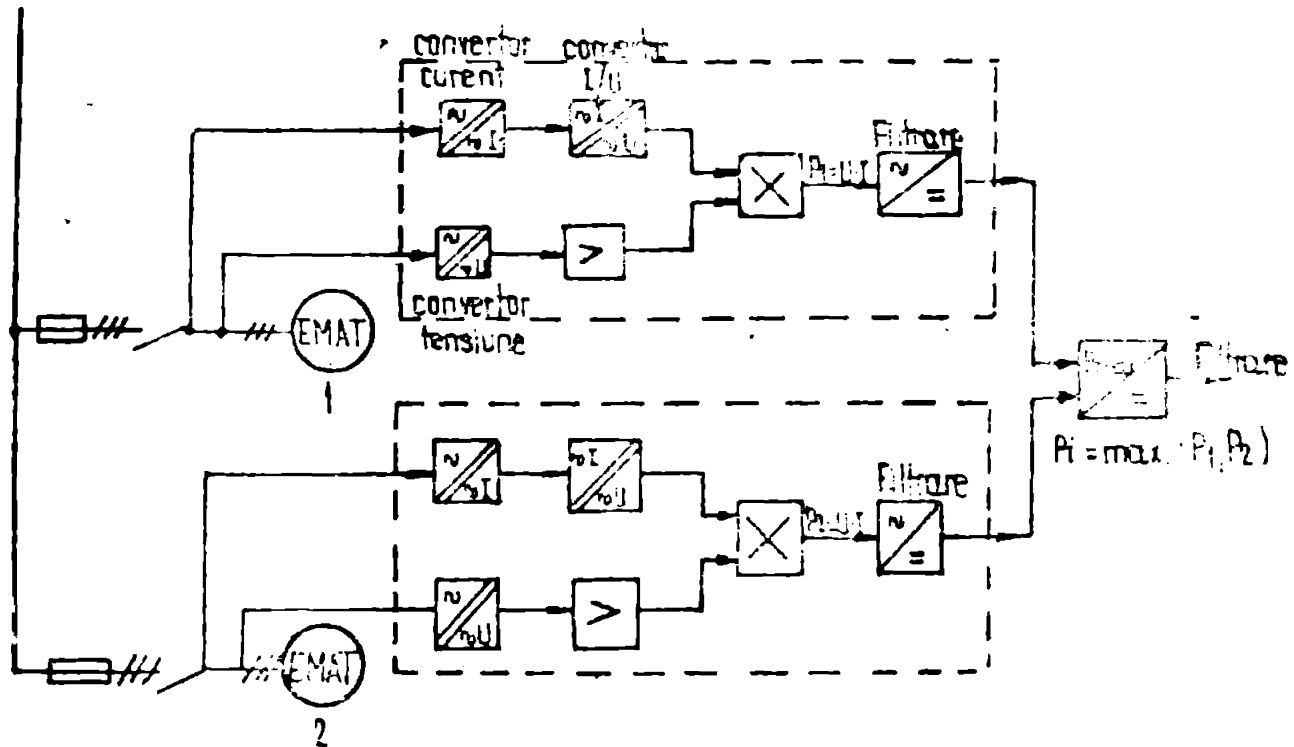


Fig. 2.21

- Valoarea minimă relativă a vitezei de avans în % față de cea programată, prin funcția I<sub>24</sub>;
- Valoarea maximă relativă a vitezei de avans în % față de cea programată, prin funcția J<sub>24</sub>;
- Purtația a la AP, prin funcția S<sub>1</sub>;
- Activare AC prin funcția M<sub>59</sub>!
- Deactivare AC prin funcția M<sub>59</sub>!
- Intercalare freză program NC pentru valori de referință pentru AC prin funcția G<sub>24</sub>!

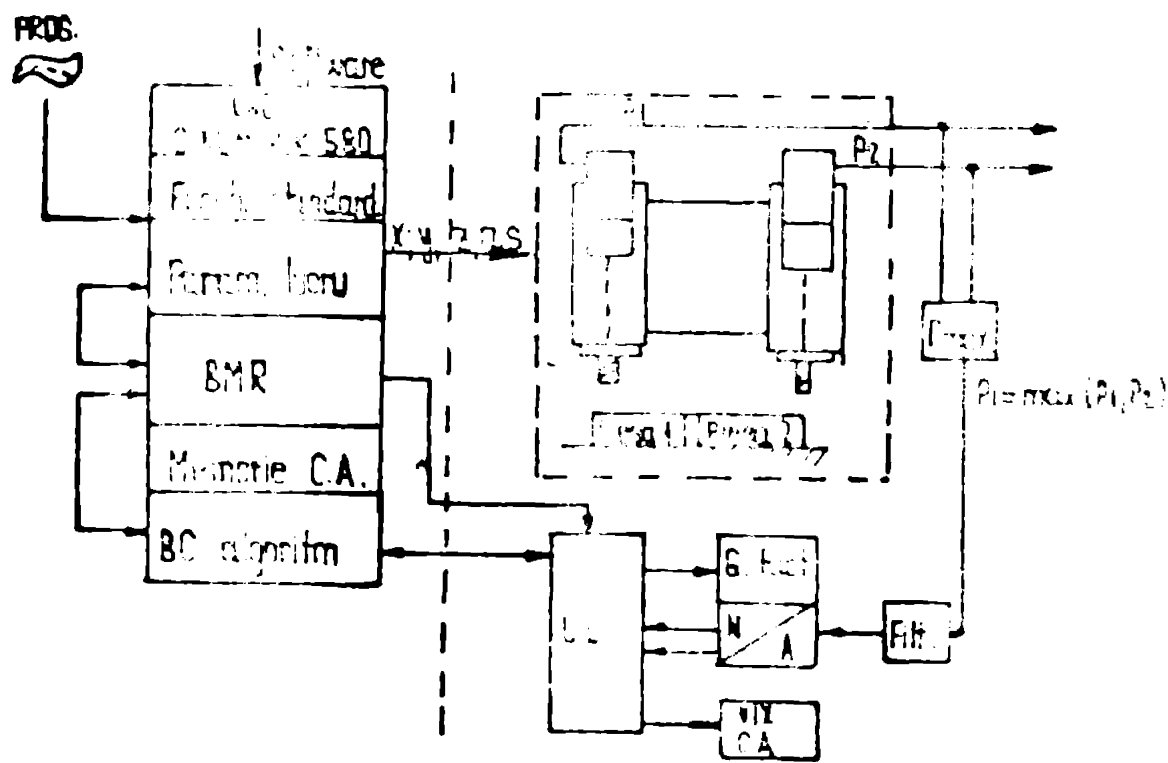


Fig. 2.22

- Viteza de avans programată  $V_{sp}$ , prin funcția F<sub>1</sub>;
- Având aceste valori programate, se calculează valoarea de referință pentru putere:

$$P_{ref} = K \cdot M_t \cdot n \quad (2.24.)$$

fiind că:  $M_t = \gamma(s_d)$  avem:

$$s_d = \gamma^{-1}(M_t) \quad (2.25.)$$

iar din (2.25.) avem:  $V_{sp} = n \cdot s \cdot \gamma^{-1}(M_t) \quad (2.26.)$

Obținind din comparație:  $P = P_{or} - P_{ref} = P_{or} - K \cdot M_t \cdot n \quad (2.27.)$

Se obține o variație a vitezei de avans:  $\Delta V_g = n \cdot s \cdot \gamma\left(\frac{P}{n}\right) \quad (2.28.)$

În urma variației vitezei de avans pot fi atinse limitele relative programate ale acestora, caz în care se afișează alarmă.

Dezavantajul principal al SCA-ului rămâne dificultatea programării și antecalculării valorii nominale de referință pentru  $M_t$ , cu care se calculează  $P_{ref}$  în cadrul unui program de calcul efectuat prin soft-ul CNC-ului, după modelul de mai sus.

2.3.2.5. Instalația industrială de supraveghere a uzurii și ruperii burghiilor, realizată de firma "DIAG Frits Weiner Berlin" [2.21.], [2.22.] .

Instalația a fost realizată în colaborarea cu Politehnica din Darmstadt, fiind anticipată de o serie de lucrări, disertații în R.F.G., Elveția, Japonia, pe o perioadă de mai mulți ani. Cercetările s-au desfășurat în paralel cu comenzile adaptive, în scopul realizării unor instalații mai simple, mai ieftine și cu posibilități mai limitate. S-au obținut astfel sisteme semiaadaptive de control a ruperii și uzurii sculelor, care rentabilizează în principal soluțiile de la SCA-uri, dar care în final nu duc la o optimizare a procesului ci doar la avertizarea respectiv înlocuirea sculelor uzate sau rupte.

Aceste sisteme sînt de dată relativ foarte recentă, apariția lor fiind marcată în perioada 1976-78, iar în prezent s-au impus ca o tendință în special la centrele de prelucrare, mașini de găurit multibroșe, etc., [2.44.], [2.45.], [2.46.], [2.47.] .

Aceste sisteme beneficiază de tehnica microprocesoarelor, prin unitățile de comandă programabile (PC = Programmable Controlled) sau "automate programabile", la care partea de calcul este realizată prin soft.

Automatele programabile, care echipază centrele de prelucrare din motive impuse de schimbarea sculelor, avînd configurația adecvată (incluzînd module de intrări analog-numeric), și avînd în memorie soft-ul, sînt apte să rezolve această problemă de automatizare fără a fi necesară programarea de valori de referință pentru  $F_{ax}$  sau  $M_t$ .

În principiu, se bazează pe variația relativă caracteristică (variație procentuală) a unui parametru  $F_{ax}$  sau  $M_t$  pentru cazul uzurii sau ruperii sculei, față de valoarea de referință - cînd scula



este neruptă sau neuzată.

Parametrul cel mai des folosit este  $F_{ax}$ , iar variațiile sale caracteristice sînt în fig. 2.23. pentru găurire cu burghie speciale, în care:  $e$  - forța de referință la începutul procesului, scoulă nouă;

$b$  - pragul de detecție a microrupturilor  $b=1,25 e$

(2.29.)

$c$  - pragul de detecție a uzurii avansate  $c = 1,5.e$

(2.30.)

$e_1$  - forța de referință la începutul procesului cu scoulă parțial uzată;

$b_1$  - forțe pentru microrupturi la scoulă parțial uzată

$d$  - pragul de detecție a ruperii totale.

1 - variația caracteristică relativă pentru  $F_{ax}$  în cazul uzurii normale a sculei;

2 - variația caracteristică relativă pentru  $F_{ax}$  în cazul apariției microrupturilor sculei;

3 - variația caracteristică relativă pentru  $F_{ax}$  în cazul ruperii totale a sculei;

Valoarea  $e$  - pentru forța de referință la începutul prelucrării cu o scoulă nouă și un avans programat  $S = \text{const}$ , în momentul  $\tau$  de la apariția  $F_{ax} \neq 0$ , este multiplicată cu 2 valori constante 1,25 și 1,5 și apoi aceste valori sînt memorate separat, devenind valori de referință pentru  $F_{ax}$

Aceasta se petrece pentru fiecare combinație diferită scoulă - avans programat ( $S + F$ ), dacă avansul e garantat constant tot timpul.

Valoarea  $b$  pentru forța axială cu scoulă ruptă este caracteristică pentru o creștere de 25% față de forța de referință (după terminarea pătrunderii), dacă aceasta se menține pentru un timp  $\Delta\tau$ . Depășirea valorii  $b$  pentru în timp  $\Delta\tau$ , identifică microrupturi la scoulă.

În cazul cînd scula are un grad de uzură inițială, prin apariția microrupturilor la scoulă are loc o creștere a forței  $F_{ax}$  de la valoarea  $e_1$  la  $b_1$ , depășind astfel pragul  $b$  pentru un timp  $\Delta\tau$  se sesizează avaria sculei. În mod similar depășirea pragului  $c = 1,5 e$  pentru un timp  $\Delta\tau$  înseamnă sesizarea uzurii avansate a sculei și avertizarea acesteia. Depășirea pragului  $c = 2e$  fără menținerea pe timpul  $\Delta\tau$ , înseamnă sesizarea ruperii complete a sculei, avertizarea și oprirea avansului. Controlizarea tuturor timpilor de funcționare a perechii scoulă - avans ( $S + F$ ) cînd  $F_{ax} \neq 0$

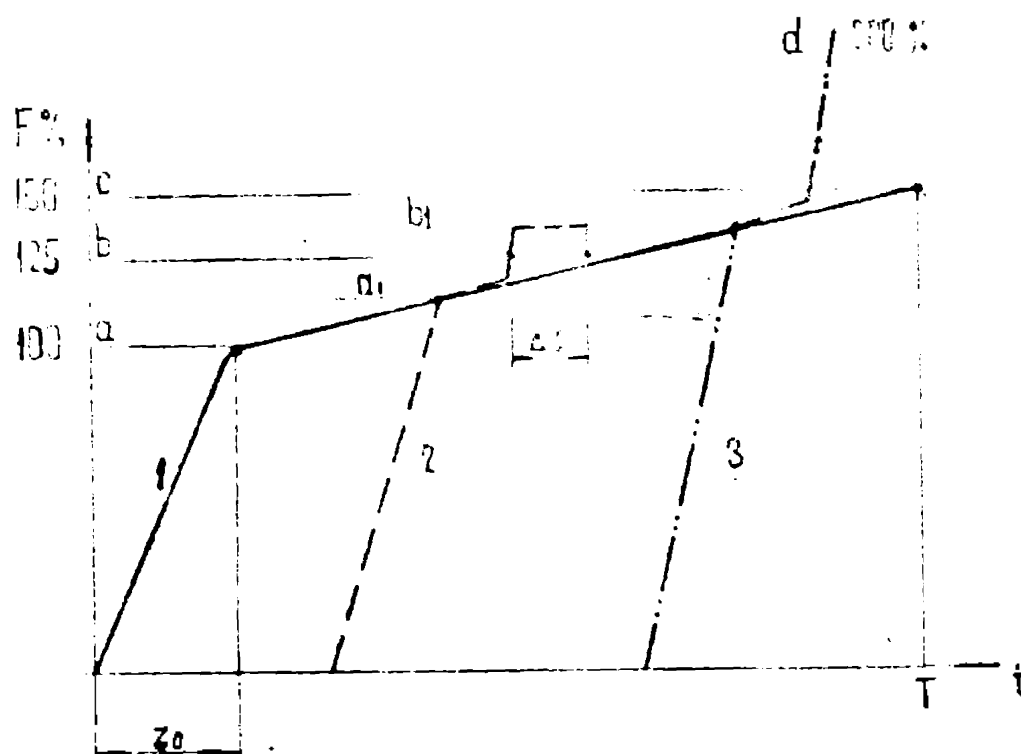


Fig. 2.23

valoarea de referință  $a$ , permite afigurarea timpului disponibil până la durabilitatea  $T$ . Forța axială este preluată de un ansamblu de transducători cu timbre tensometrice, amplasați într-un element elastic component al lagărului principal al axului, al cărui semnal este amplificat, filtrat, nivelat

și liniarizat în prealabil, după care este convertit numeric și comparat cu valorile de referință 1,25  $a$  și 1,5  $a$ , identificând astfel scula ruptă, respectiv uzată.

Avantajul sistemului constă în faptul că forța de referință este luată chiar din proces, și memorată, după care se identifică natura perturbației prin variația caracteristică relativă a forței efective față de cea de referință.

În acest fel nu mai e necesar programarea sau calculul forței de referință. Alt avantaj constă în faptul că se utilizează o unitate de comandă tipisată la care prin soft se poate implementa relativ repede un program de calcul adecvat. Aceste calcule sînt în general simple (cele 4 operații aritmetice) fapt pentru care încă în prezent automatul programabil nu se pretează pentru SCA-uri la care calculele sînt mai complicate (funcții exponențiale).

Conform construcției automatelor programabile, realizarea unui SCA cu reglaj în buclă închisă pentru corecția turației sau avansului, permite efectuarea calculelor ce depășesc capacitatea automatului programabil, ceea ce însă pentru moment ar fi prea costisitor.

Sistemele de supraveghere a uzurii și ruperii sculei, sînt relativ ieftine și eficiente, deși ele nu rezolvă problema esențială a reglajului adaptiv, ci doar avertizează și respectiv înlocuiesc sculele avariate la centrele de prelucrare.

2.3.2.6. Stadiul actual în utilizarea sistemelor de supraveghere a uzurii și ruperii burghiilor este evidențiat la a 4-a

expoziție de mașini unelte de la Hanover, septembrie 1981 și biennale de la Paris 1982 [2.44], [2.45], [2.46], [2.47].

Astfel firma "DIAG Fritz Werner" a realizat centrul de prelucrare TO 1-MR. Firma din Japonia ca: "YAMAZAKI MACHINERY" au prezentat o gamă largă de centre de prelucrare orizontale și verticale [2.36], la care pe același principiu, au fost realizate sisteme automate de supraveghere a uzurii și ruperii sculelor, în special a burghiilor, sub forma unor unități modulare.

Acest nou sistem a început să fie utilizat și la strunguri [2.20] precum și la freze, caz în care principiul e similar cu cel utilizat la burghie.

Tote acestea sînt oferite opțional și se pot realiza sub forma unor module opționale, care au afișaj numeric pentru valorile  $F_{ax}$  și  $F_{ax-ref}$ , precum detecția ruperii ( $b=1,25 \cdot a$ ), respectiv pentru detecția uzurii avansate ( $a = 1,5 \cdot a$ ), timpul disponibil pînă la epuizarea durabilității  $T$ , vizualizarea luminoasă a diferitelor avarii de scule, butoane pentru inițializare, introducere în memorie a valorilor de referință. Aceste module pot să realizeze: avertizarea, oprirea avansului, înlocuirea sculelor defecte sau altele de același fel stocate în magazinul de scule al centrului de prelucrare.

O mașină interesantă, care marchează o nouă tendință, a fost prezentată de "YAMAZAKI" la Biennale de la Paris [2.47] și anume un strung "Quicheturn", la care programarea se face prin introducerea manuală, răspunsivă în ordine la întrebările afișate pe display. Regimurile de așchiere - turaj și avans - se programează automat pe bază de tabelă de valori din memoria echipamentului, apelată prin două funcții: diametrul sculei sau piesei (strungire) și respectiv cod material, care se introduce manual. În acest fel, mașina își înțelege automat regimul de așchiere la începutul procesului, eliminându-se calculele de regimuri de așchiere. De asemenea, echipamentul este apt de a realiza împărțirea automată a adosului de așchiere, fără a fi însă o comandă adaptivă, iar regimurile de așchiere sînt invariabile în timpul procesului.

2.3.2.7. Stadiul actual (1984) al traductorilor și echipamentelor specifice, utilizate în SCA-uri.

Problema traductorilor a fost tratată într-o serie de lucrări din literatură, în care se analizează probleme ca: performanțele acestora, modul de amplasare pe mașinile unelte, caracteristici constructive etc.

Dintre traductorii utilizabili care s-au înapoiat în ultimul timp există:

- traductorii magnetoelastici, dezvoltăți și puși la punct de I.P.T.V. Finișoara [2.48.], [2.49.] ;

- traductorii de tip tiabre tensometrice în punte, produși de diferite firme, ca de exemplu, "Vishay-Micro Measurements Division S.U.A." [2.50.], [2.51.], [2.52.] ;

- traductori piezoelectricei - firma "KISTLER - Elveția" [2.53.], [2.54.] ;

- traductori magnetoelastici fără contact, pentru măsurarea momentului de torsiune, dezvoltăți și experimentați în URSS, [2.55.] .

Dintre aplicațiile practice semnificative ale acestora amintim:

- traductorii pentru măsurarea  $F_{\text{ax}}$  la inst. de protecție la rupere și uzură a sculelor [2.22.], [2.47.], [2.56.], realizați de firma "DIAG-Fritz Werner Berlin", utilizând tiabre tensometrice montate pe un element elastic intercalat în lagărul principal al arborelui principal AP.

Furnizorii de traductori livrează și blocurile de prelucrare a semnalelor, care au funcțiuni de amplificare, filtrare, nivelare, liniarizare.

Astfel pentru tiabrele tensometrice [2.50.], firma "Vishay Micro-Measurement USA" a realizat un echipament de computerizat de prelucrare a datelor, având până la loca canale de traductori. Acest echipament, care e unul dintre cele mai moderne, denumit "SYSTEM 4000", se bazează pe tehnica software și conține o consolă de programare, unitate de vizualizare, memorie și interfață, unități de cuplare pe cîte 20 canale, unitate universală de cuplare pentru alte mărimi de stare (temperatură și alte elemente de măsură).

Possibilitățile acestui echipament sînt:

- cuplare directă a traductorilor pe intrările la canalele respective;

- amplificare, filtrare, netezire semnale;

- corecție a factorului de amplificare și a lărgimii domeniului de variație pe fiecare canal;

- posibilitate de memorare a valorilor mărimilor de intrare;

- corecții pentru sensibilitatea relativă a traductorilor;

- corecții pentru modulul de elasticitate, constanta lui

Poisson;

- compensarea derivei termice pe fiecare canal;

- liniarizarea diagramei de variație a mărimilor de intrare, în funcție de diferite influențe nealestoare.

Toate acestea sînt realizabile în timp foarte scurt, prin dialogarea operatorului la consola de programare pentru fiecare canal



în parte, cu depozitarea în memorie a tuturor corecțiilor necesare, astfel ca în final să se obțină semnale "curate" și linearizate de la traductori, în vederea utilizării în continuare a lor la intrările unui calculator - prin intermediul interfaței cu calculatorul.

Acest SYSTEM 4000 este un echipament pentru dotarea laboratoarelor - deci cu scopuri experimentale. În principiu el este utilizabil și pentru alți traductori, folosind tehnica soft cu prelucrarea numerică a datelor, în urma convertirii A/N a semnalelor de la intrările acestui echipament.

Problema netezirii, reglării lărgirii domeniului variației și a valorilor extreme, a corecției sensibilității relative, a linearizării diagramei de variație și a compensării derivatei termice - în cazul semnalelor de ieșire de la orice tip de traductori și în condiții industriale la preț de cost convenabil, rămâne în continuare ca o problemă deschisă pentru furnizorii de traductori.

### 2.3.3. Concluzii parțiale.

Acestea se pot rezuma astfel (la nivelul actual 1984):

- SCA-urile pentru găurire, cu reglaj al vitezei, avansului, sau sabele, s-au impus la găuriri cu diametre mici, găuriri adânci cu BTA, EJECTOR, sau plăcuțe aplicate, burghie (speciale) spirale, săfăcițoare etc.

- tehnica microprocesoarelor, cu prelucrare numerică a datelor în software a început să-și facă apariția în locul logicii hard-analogice din anii 70-75. Pentru calcule complexe se face uz de calculator, iar pentru calcule mai simple prin microprocesori și soft adecvat.

- sisteme derivate din SCA-uri, având funcții semiadaptive sau de avertizare privind ruperea și uzarea sculei (dar reutilizând soluții de la SCA-uri), realizate la prețuri mai reduse, echipează MUCN; în special centre de prelucrare și MUCN-speciale. Aici se folosesc automate programabile cu cele 4 operații aritmetice.

- evoluția viitoare a echipamentelor bazate pe microprocesoare, va putea soluționa în mod flexibil (prin programare) realizarea de SCA-uri la prețuri acceptabile și cu eforturi minime de implementare pe MUCN (prin experimentare și programare directă pe MUCN gate montată). De exemplu: prin apariția modulelor pentru calcule de funcții exponențiale, cuplabile la automate programabile.

- SCA-uri având algoritme evoluate de optimizare sînt realizate încă în faze experimentale și s-au impus sporadic pe piață, aceasta datorită costurilor ridicate impuse de partea de calcul, care încă și la ora actuală e volunțasă și soluționată în mod



neeconomice și neflexibile.

- Incep să fie utilizate echipamente CNC, care prin interfață programabilă sînt apte să-și instaleze în mod automat regimul de aşchiere, care este preluat dintr-o tabelă de valori din memoria interfaței echip. CNC, iar ca mărimi inițiale sînt programate diametrul de prelucrat și cod material, dar cu mențiunea că la aceste sisteme regimul de aşchiere este fix în timpul procesului.

- Reglajul turației poate fi continuu sau în trepte, cu schimbare din mare și sub sarcină, cu respectarea tuturor condițiilor SCA.

#### 2.4. SCA. III. Di. RaSaRa

Aceste se referă în special la recupările privind aplicarea SCA-urilor sau a unor sisteme derivate din acestea la găurire, în prezent sau în perspectivă și care sînt axate pe activitățile de asimilare a unor produse cu perforanțe ridicate, prevăzute fie în planul tehnic, fie în cadrul unor cerințe de dotare a unor întreprinderi sau institute cu astfel de produse.

Aceste lucrări sînt rodul colaborării între proiectanți (ICSIT-TITAN, IPA-TOT), executanți (Întreprinderea "Înfrățirea Orașelor, I.M.U. Bacău, I.M.U. Suceava), învățămînt - I.P.T.V. Timișoara, sub conducerea științifică a prof.dr.ing. Dodon Eugen.

Față de direcțiile de dezvoltare a SCA-urilor prezentate mai sus, activitățile desfășurate de autor în cadrul ICSIT Titan-filiile Orașelor în acest domeniu, se pot împărți în următoarele direcții

- mașina de găurit verticală cu NC, dezvoltată și echipată cu CA de optimizare a regimurilor de lucru pentru operația de găurire, tip GP 45 NC/AC.

- alte mașini, care se echipează cu sisteme semiauto de supraveghere a durabilității burghiilor: GMP 8 x 63 NC, GMP 4 x 63 NC, CPV-2, CPH-2.

- mașini de găurit pentru mecanică fină, avînd diametre mici ( $\varnothing$  max. 3 mm), apte să primească în viitor CA prin microprocesor.

- minicentru de prelucrare modernizat GCR-50 NC (derivat din modernizarea mașinii GPR 45 NC), apt pentru a primi soft adecvat la interfață echip. CNC, pentru îndeplinirea funcțiilor de CA la operația de găurire.

Lucrările de mai sus au fost realizate de autor, aflîndu-se în diferite stadii de asimilare în întreprinderi, dintre acestea mașina GP 45 NC/AC a fost cercetarea de bază, de la care apoi s-au reutilizat soluții pentru celelalte cazuri aplicative, iar reglajul adaptiv al turației AP constituie obiectul prezentei teze și care a

fost experimentat de autor pe mașina GP 45 NC/AG.

**2.4.1. Familia mașinilor de găurit verticale cu masă de poziționare prin NC, tipurile GP 45 NC, GPR 45 NC.**

Familia mașinilor GP 45 NC, GPR 45 NC este o familie modulară la mașini:

- GP 45 NC este o mașină de masă de poziționare cu deplasări în cruce pe direcțiile x-y și avind un cap de găurire vertical cu deplasare pe direcția w-a ghidajelor verticale ale montantului, iar pinola cu arborele principal pe direcția verticală z, NC de poziționare succesivă pe x-y cu introducere manuală a datelor, tip NUMEROM 310-1, schema cinematică (fig. 2.24.).

- GPR 45 NC este o mașină de găurit de masă de poziționare cu deplasări în cruce pe direcțiile X-Y și avind un cap revolver cu 6 posturi în deplasare pe verticală pe axa Z pe ghidajele montantului, NC de prelucrare liniară succesivă pe x,y,z, cu introducere a datelor manuală și cu bandă perforată tip NUMEROM 321-3, schema cinematică (fig. 2.25.).

Dintre aceste tipuri de bază s-a ales tipul GP 45 NC pentru a fi echipat cu CA din următoarele motive:

- față de GPR 45 NC are avantajul unei construcții mai robuste a păușei și a pinolei;

- pinola are blocare pe timpul neutilizării deplasării pe z, ceea ce face utilizabilă pentru frezare;

- numărul maxim de scule utilizabile este 99 față de 6 cit este la GPR 45 NC;

- timpul de schimbare manuală a sculei, cu comandă semiautomată este sensibil egal cu cel la GPR 45 NC.

În vederea echipării mașinii GP 45 NC cu CA, s-a fost necesară în prealabil o refacere a proiectului și a construcției mașinii în sensul aducerii ei la nivelul de automatizare al mașinii GPR 45 NC. Astfel, au fost executate de către autor următoarele îmbunătățiri:

- înlocuirea echipamentului NC de poziționare cu echipamentul NUMEROM 321-3 pentru prelucrare liniară pe x,y,z, cu introducere a datelor manuală și cu bandă perforată;

- introducerea ciclurilor de poziționare secvențială a pinolei - în total 6 cicluri, cărora le-a fost alocată funcția T. Acestea se realizează automat prin poziționare cu came și bloc de microînterupători multipiste;

- introducerea funcției programabile H 01 + H 99 pentru scula la programată.

Această funcție se vizualizează de pe bandă, se oprește și

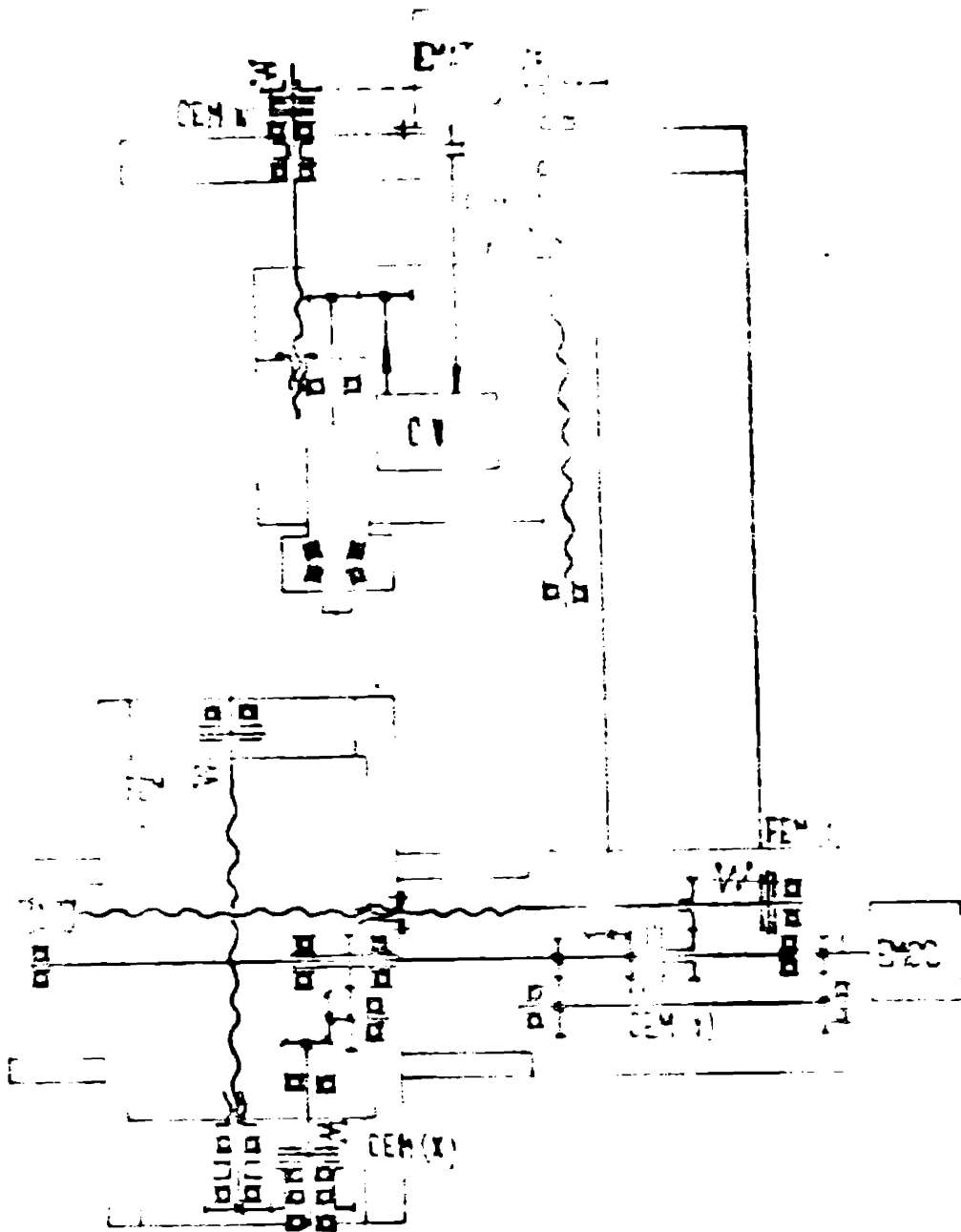
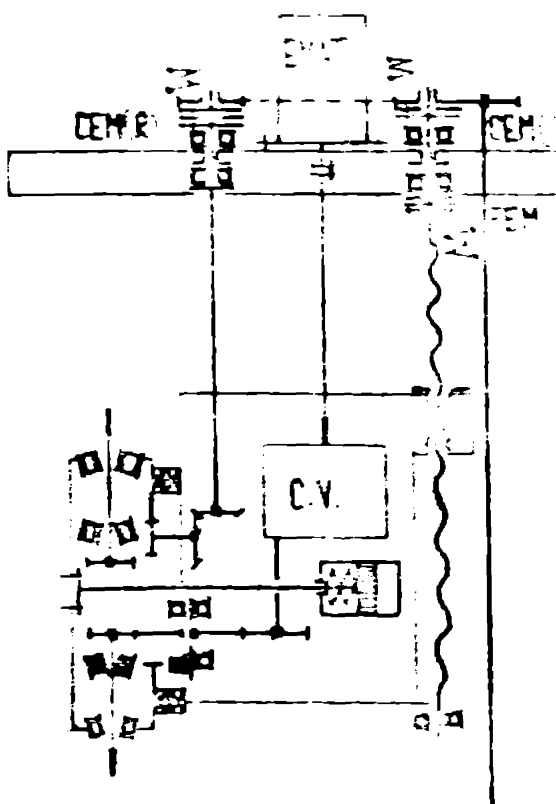


Fig. 2.24



tires benzii, după ce  
re schimbarea sculei  
se face manual de la  
butonul de comandă  
de pe fațada păpușii,  
iar în final prin bu-  
tonul de validare, se  
zeia programul NC de  
unde a fost exprit.

- înlocuirea transduc-  
torilor incrementali  
cu transducători linia-  
ri inductivi pe ax-  
ele X, Y, Z, în con-  
formitate cu cerin-  
țele echipamentului  
NUMERON 321-3.

- îmbunătățiri ale  
instalației electrice  
ce în conformitate  
cu cele de mai sus;

- îmbunătățirea in-  
stalației hidraulice  
care a fost deconge-  
stionată din păpușă  
și amplasată pe acci-  
dent cu și la mașina GPR 45 NC.8-a re-  
realizat astfel o nouă variantă de mașină  
GPR 45 NC, cu un nivel de automatiz-  
zare adecvat echipării ei cu CA, denu-  
mită GP 45 NC/NUMERON 321-3.

Această mașină la rândul ei a constituit  
obiectul echipării cu CA în cadrul u-  
nii contract de cercetare - execuție  
realizat la întreprinderea "Infrățirea"  
Oradea în perioada 1980-1982, având ca  
beneficiar Institutul de învățământ su-  
perior Oradea. Mașina astfel realizată  
și denumită GP 45 NC/AC este destinată  
dotării acestui institut, iar proiectul  
cercetării și coordonarea lucrării a-

aparținând autorului.

În acest sens au fost realizate unele echipări speciale, care vor fi analizate detaliat în capitolele următoare și care pot fi rezumate astfel:

- modificarea echipamentului NC prin introducerea funcțiilor programabile de autorizare AC(M 13), programare gama I de viteze (M 11) și gama II de viteze (M 12) - ca urmare a modificării ACP pentru varianta cu CA a mașinii, confirmare avans de lucru diferit de repă și poziționare, introducere interfață cu AC și o nouă placă IBE (cu fotocuple) pentru această interfață.

- modificarea ACP în vederea posibilității variației în trepte a turației AP cu schimbare din mers și sub sarcină, precum și programării prin NC sau convențional a treptelor de turație. Această modificare ACP înseamnă: - o nouă cutie de viteze de construcție modulară cu cea convențională și amplasată în aceeași carcasă, care este integral refolosită ca reper;

- necesitatea sumator al mișcării principale de la EMAT cu mișcarea de reglare în regim tranzitoriu de la HMR, amplasat pe platformă, fapt pentru care platforma a fost modificată inclusiv ca placă turnată.

- modificarea AP și a pinolei în sensul echipării sale cu traductori pentru  $F_{ax}$  și  $M_G$ ;

- modificarea instalației hidraulice în conformitate cu:
  - noua cutie de viteze având 24 trepte, organizate pe 2 game cu deplasare hidraulică a beladorilor (față de vechea cutie cu 12 trepte).

- comanda HMR cu turație variabilă, prin servosplificator hidraulic de construcție specială și utilizând elemente modulare de fabricație indigenă, alimentat prin grup hidraulic separat.

- re-proiectarea instalației electrice convenționale a mașinii în vederea:

- corelării noilor funcțiuni a mașinii;
- legătură cu echipamentul NC;
- legătură prin interfațe AC cu blocul de

calcoul AC.

Această nouă instalație electrică asigură regimurile staționare și tranzitorii pentru viteze, ciclurile pinolei, precum și posibilitatea de lucru a mașinii în următoarele regimuri:

- a. normal fără AC, care poate fi semiautomat și cu NC;
- b. automat cu AC, care poate fi semiautomat și cu NC;

c. reglare pe semiautomat;

- echiparea cu blocul de calcul AC pentru turatia optimă, care reglează în mod automat turatia din mers și sub sarcină;
- echiparea cu blocul de reglaj automat al avansului la găurire, bloc care constituie obiectul unei alte teze de doctorat și care este furnizat de IPTV Timișoara și montat direct pe mașină.

În final, prin modificările de mai sus, s-a obținut o nouă variantă de mașină de construcție modulară în cadrul familiei și denumită GP 45 NC/AC, realizată ca unicat la comanda specială a beneficiarului.

#### 2.4.2. Mașini de găurit corespunzătoare introducerii CA sau sistemelor derivate

##### 2.4.2.1. Mașini de găurit multiaxe

În această categorie intră mașinile de găurit multiax cu perțabil mobil pentru plăci tubulare, tipurile GMP 4 x 63NC, GMP 8x63NC GMP 12x63 NC (2.34.).

Aceste mașini sînt destinate prelucrării plăcilor de la cazanele tubulare, șicamele de sprijin al țevilor, plăci care au un mare număr de găuri date în rețele echidistante.

Mașinile de construcție modulară cu 4, 8 sau 12 broșe și  $\varnothing$  63 max în oțel, au o formă <sup>de</sup> perțabil mobil, avînd pentru direcția longitudinală axe numerice paralele și sincronizate de tip Gantry pentru poziționare. Capul multibroșă se deplasează pe direcția transversală și are broșele dispuse în linie, cu *antraxe* reglabile, iar broșele avînd avansurile hidraulice și independente sînt programabile prin NC. Cursele mașinii sînt  $x = 20000, y = 5500$  la mașina GMP 8 x 63NC care este tipul de bază în cadrul familiei și respectiv  $x = 3500, y = 2000$  la GMP 4 x 63NC. Comanda NC a mașinii este asigurată de echipament NUMERON 460 CNC cu soft pentru axe Gantry, iar partea electrică este realizată cu automatul programabil AP 117.

Proiectul acestei mașini s-a realizat în 1981 pentru GMP 8 x 63NC și 1982 pentru GMP 4 x 63NC la ICSRT Titea - filiala Oradea sub coordonarea autorului, în colaborare cu IPANCA pentru partea electrică și IPTV pentru traductori, iar executantul mașinii este IMU Bacău, omologarea fiind prevăzută pe trim. IV 1985.

Ceace este deosebit la această mașină este dispozitivul de protecție la ruperea sculelor, conceput de autor [2.35.] în colaborare cu IPTVP și IPA și realizat cu ajutorul automatului programabil AP 117 și traductorii pentru  $F_{ax}$ , separat pentru fiecare broșă în parte acest dispozitiv are rolul de avertizare și oprire a mașinii în cazul apariției microrupturilor de scule la una din broșe.



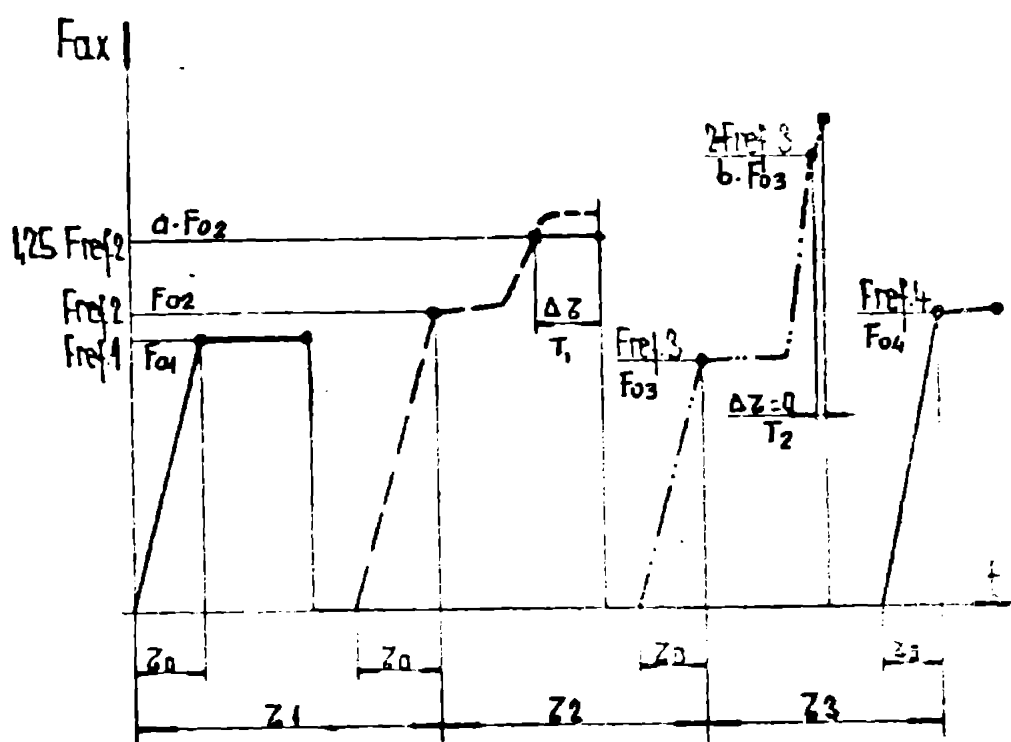


Fig. 2.26

tiv după  $T_0$  de la apariția forței  $F_{ax}$  și o la fiecare trecere în parte (fig.2.26.).

Variația caracteristică relativă pentru  $F_{ax}$  față de  $F_0$  este următoarea:

- microruperi:  $F_{ax} > a \cdot F_0$ , cu menținere pe un timp dat  $T_1$
- ruperi totale:  $F_{ax} > b \cdot F_0$ , cu menținere pe un timp dat  $T_2$

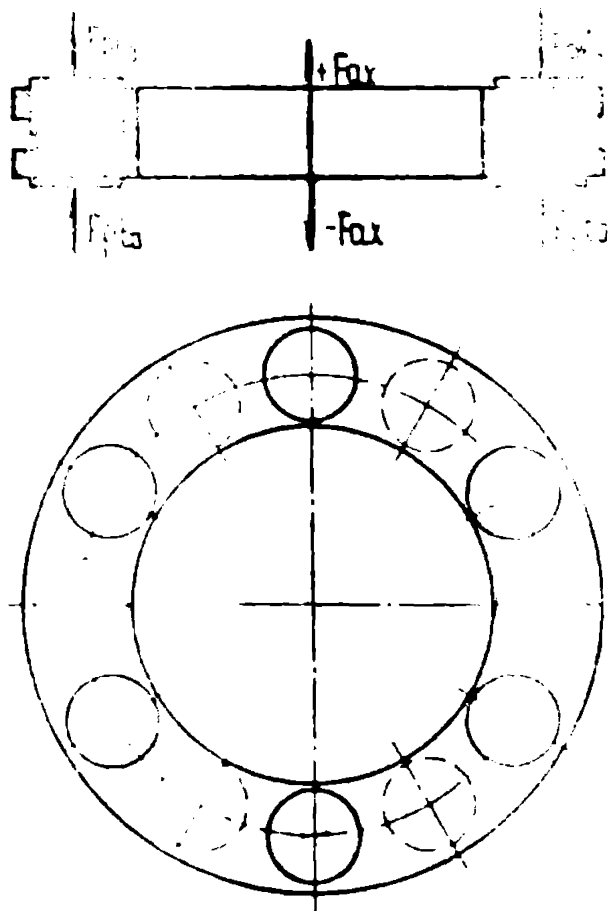


Fig. 2.27

Acest dispozitiv de protecție la ruperea burghiilor se bazează pe variația caracteristică relativă a forței de aşchiere  $F_{ax}$ , în cadrul ruperii totale sau a microruperilor suchiilor tăietoare, în comparație cu valoarea de referință pentru  $F_{ax}$ , considerată ca fiind forța efectivă  $F_0$  în momentul terminării pătrunderii burghiului respec-

(2.31.)  
 Avensul fiind hidraulic și deci neconstant în timpul procesului, forța de referință  $F_0$  se mărește la fiecare nouă trecere, în adresa prescrisă în memorie pentru scula respectivă și în locul valorii  $F_0$  de la trecerea precedentă care se șterge automat la înscrierea noii valori  $F_0$ .

Aceasta se produce separat pentru fiecare broșă în parte.

Momentul în care are loc înscrierea noii valori  $F_0$  la începutul pătrunderii (de la apariția  $F_{ax} \neq 0$ ), la fiecare broșă și trecere în parte, se face după epuizarea timpului  $T_0$ .

Pe tot timpul prelucrării se verifică sistemul de inegalități:

$$\begin{aligned} F_{ax} &< a \cdot F_0 / T_1 = ct. \\ F_{ax} &< b \cdot F_0 / T_2 = ct. \end{aligned} \quad (2.32.)$$

în care  $a = 1,25 \div 1,45$  iar  $b = 2 \div 3,5$  iar  $T_2 \ll T_1$  aceasta inclusiv pe timpul pătrunderii. În cadrul nesatisfacerii unei inegalități se vizualizează timpul de avarie de sculă și se comandă automat retragerea în poziție superioară a broșei cu scula defectă și întreruperea ciclului automat de tip ER-AL-RR ce era programat prin NC.

Satisfacerea sistemului inegalității (2.30.) pe timpul pătrunderii la trecerea următoare, are ca scop detectarea unei eventuale avarii de sculă la ieșirea burghiului din material (la găuriri străpunse) și devine condiție pentru înscrierea noii valori  $F_0$  în memorie la epuizarea timpului  $T_0$ .

Realizarea concretă a acestui algoritm exprimat de sistemul de inegalități (2.30.), s-a făcut prin programarea adecvată a subcontului programabil AP 117, care are modulul A/N, cu 8 intrări analogice - care convertesc numeric semnalele analogice de la cei 8 traductori pentru  $F_{ax}$  montați la cele 8 unități de găurire. Acești traductori magnetoelastici, realizați în formă de bloc de 12 traductori legați în punte, sînt pretensionați - din care 6 lucrează prin descărcare de sarcină, iar 6 cu încărcare (fig. 2.27.). Semnalele acestor traductori sînt amplificate, filtrate, netezite și reglate la valoarea  $+ 5V/2000$  daN pentru fiecare broșă în parte, în filtre adecvate și apoi sînt introduse în modulul A/N din AP 117. Fiecare pastilă-traductor are dimensiunea de  $\varnothing 23 \times 10$  și corespunde forței maxime de 340 daN. Soft-ul pentru AP 117 în cazul acestui dispozitiv de protecție la ruperea sculei, are la bază algoritmul din fig. 2.28. - conceput de autor, fiind elaborat pe calculator și redat în anexa 1.

#### 2.4.2.2. Centre de prelucrare CPV-2 și CPH-2.

Aceste mașini, prevăzute în planul tehnic de asimilare pentru 1982, avînd proiectele coordonate de autor, sînt aliniate din punct de vedere al performanțelor lor la cele mai noi tendințe în domeniul respectiv, practicate la expoziția de mașini unelte de la Hanovra 1981 [2.36.], [2.44.], [2.45.], [2.46.], [2.47.], [2.56.], și Biennale de la Paris 1982.

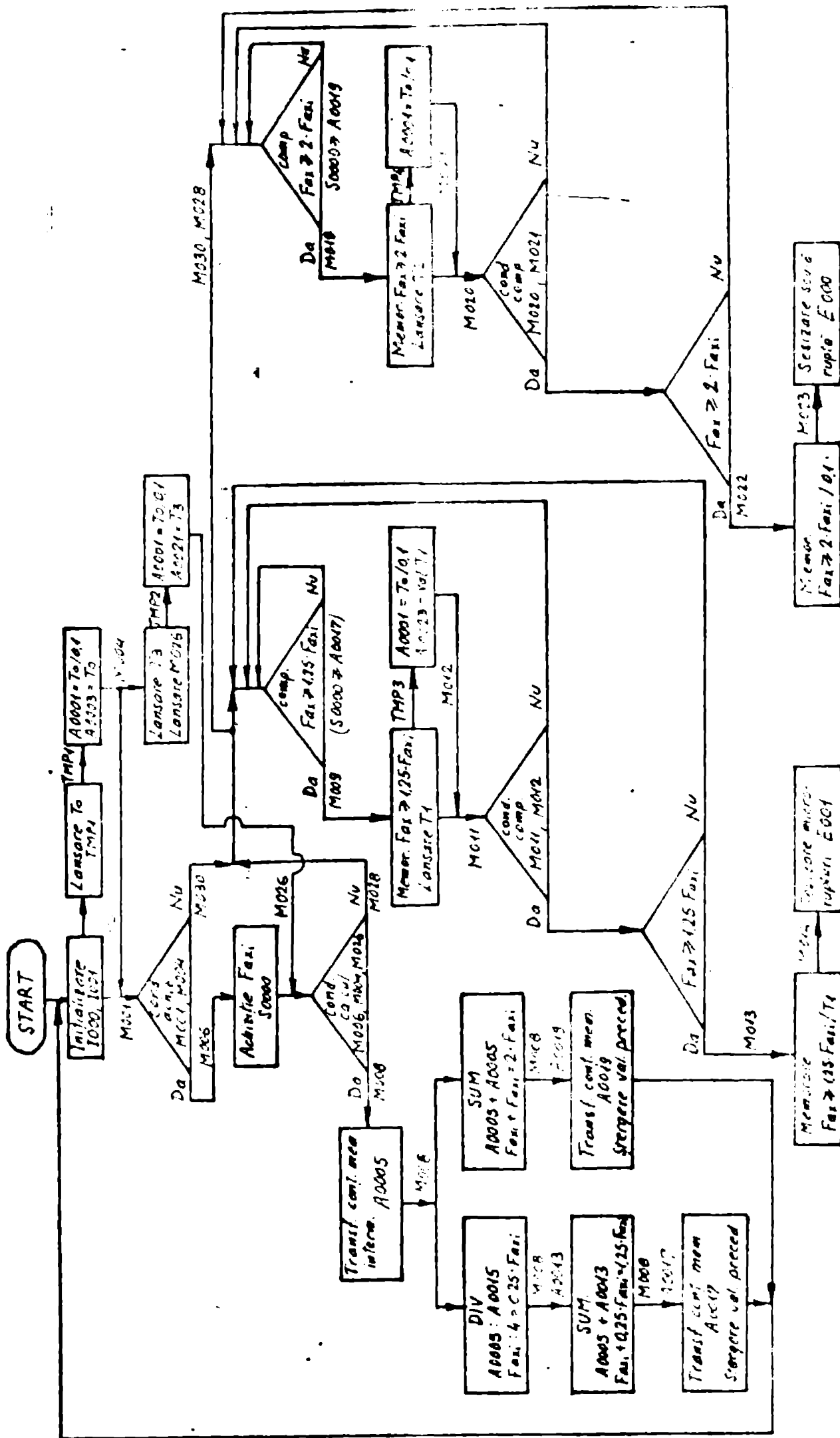


Fig 2.98

Ac acestea pot fi rezumate astfel:

- performanțe dinamice ridicate: avans rapid la  $\alpha/\text{min.}$ , domeniul vitezilor 2000, turația maximă 4000 rot/min, domeniul turațiilor 200, timpi de accelerare-frinare reduși (max 300 ms), timpi de schimbare sculă reduși max. la s, secționare continuă la AP;

- precizie de lucru ridicată  $T_{\text{LU}} = 0,025$ ;

- opțiuni speciale ca: - schimbare rapidă de capete de frezat transversal, sau vertical;

- supraveghere automată a uzurii, microrupturilor și ruperi complete a burghiilor;

- masă rotativă cu NC sau indexabilă

- în 360 poziții, în plan H sau V;

- corecții semiautomate de scule și

- origini ale pieselor, luate cu dispozitive cu palpator și vizualizare a valorii corecției;

- mărirea rigidității axiale pe direcțiile axelor de coordonate numerice (rigiditatea statică și dinamică în poziția menționată prin bucla închisă NC) și reducerea vibrațiilor ce pot apărea ca urmare a acestei creșteri a rigidității.

La realizarea acestor proiecte, autorul s-a folosit de unele lucrări proprii anterioare [2.57.], [2.58.], precum și de experiența pozitivă dobândită din colaborările anterioare cu IPTV Fiașoara la realizarea mașinilor GP 45 NC/AC și GMP 8 x 63 NC -privind utilizarea traductorilor magnetoelastici și respectiv cu IPA NOI București privind utilizarea automatului programabil AP 117 pentru protecția la ruperea burghiilor [2.35.]. Acestea acestea s-au materializat în temele de proiectare a noilor produse și în proiectele de execuție propriu zise, finalizate în trim.III 1982, în prezent în curs de asimilare la întreprinderea "Infrățirea" Oradea.

Astfel pentru mărirea rigidității axiale și reducerea vibrațiilor pe axele NC, autorul a conceput și realizat practic șurubul conducător cu role nerecirculante și pas diferențial fin [2.57] care se deosebește de cele produse de firma "La Technique Intégrale" cunoscute sub denumirea de șuruburi TRANSPOLL [2.59.], prin faptul că au pas diferențial fin de 2,5 mm și deci au autofrinare. Aceasta împiedică transmiterea oscilațiilor asupra buclei închise NC de menținere în poziție a organelor mobil.

Ca și senzori pentru diferitele funcțiuni pot fi utilizați traductori de proximitate cu efect Hall [2.58.] cum ar fi:

- funcțiuni convenționale: numărare sculă, poziționare magazin, detecție rotație AP, limite de curse și limite de avarii la capete de curse etc.

Ceace este în mod special legat direct de SCA-uri, este sistemul automat de supraveghere a uzurii și ruperii burghiilor, realizat printr-un algoritim adecvat, la care a contribuit și autorul [2.35.] destinat pentru automatul programabil AP 117 care echipază mașinile.

Supravegherea uzurii și ruperii burghiilor este realizată utilizând traductori pentru  $F_{ax}$  de tip magnetoelastici cu montaj în puncte, preluați de la mașina GP 45 EC/AC, dar într-un nou amplasament [2.60.] și al căror semnal este amplificat, filtrat, nivelat și introdus la intrarea modului A/N a automatului programabil AP 117, cu care sînt echipate mașinile GPV-2 și GPH-2. Algoritmul de supraveghere a uzurii și ruperii burghiilor elaborat de autor este îmbunătățit față de cel prezentat la 2.3.2.5., prin următoarele (fig. 2.29. și fig. 2.30.):

- Se detectează și vizualizează:
  - uzura avansată a burghiilor;
  - microrupturi ale muchiilor tăietoare;
  - ruperi complete ale sculei;
  - funcționare corectă a sculei;
- În caz de defect al sculei se poate schimba scula cu alta de același tip din magazin.

- Valorile de referință sînt:

1.)  $A = 100\%$  - valoarea de referință pentru  $F_{ax_0}$

a sculei uzate  $T$  cu avansul  $F$  și tuzajia  $S$ , preluată la începutul procesului după parcurgerea timpului  $T_0$  de la apariția  $F_{ax} \neq 0$ , respectiv timpul de pătrundere a virfului sculei. Aceasta servește la calcularea pragului  $a \cdot F_{ax_0}$ , în care  $a = 1,5 \div 1,9$  pentru uzura avansată.

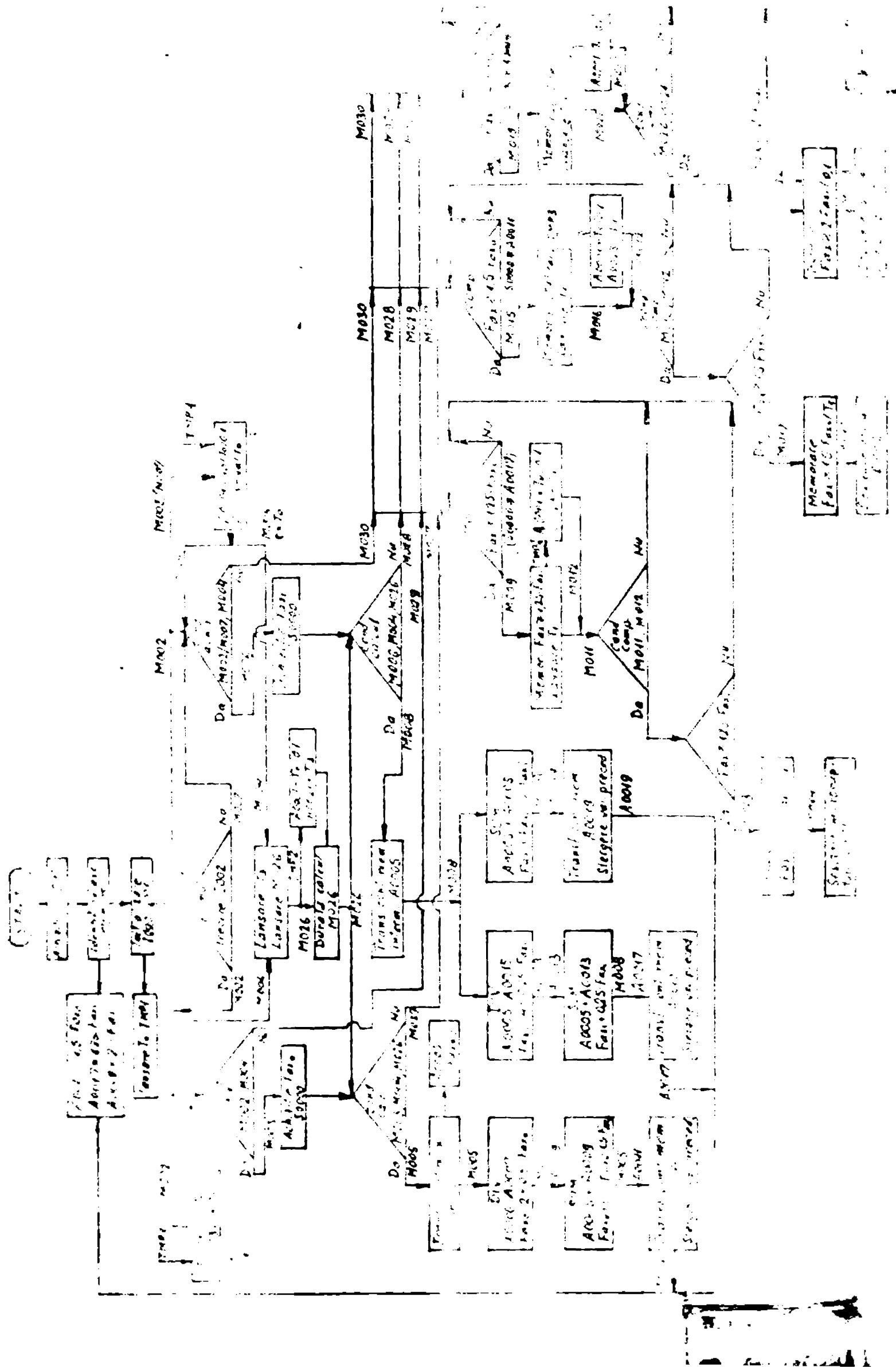
2.)  $B$  - valoarea curentă a  $F_{ax}$ ; pentru scula parțial uzată, preluată la fiecare trecere după parcurgerea timpului  $T_0$  de la apariția  $F_{ax} \neq 0$ , în locul valorii de la trecerea precedentă. Aceasta servește la calcularea pragului  $b = 1,25 \div 1,45$  pentru detecția microrupturilor pentru fiecare trecere în parte și respectiv a pragului  $c \cdot F_{ax1}$ , în care  $c = 2 \div 3,5$  pentru detecția ruperilor complete.

Pragurile de detecție sînt următoarele:

1.)  $b_1 = b \cdot F_{ax1}$ ; pentru detecția microrupturilor la scule parțial uzate, calculat cu valoarea  $F_{ax1}$ , care este memorată la fiecare trecere în parte, în locul valorii de la trecerea precedentă și care se șterge automat la înscirerea noii valori  $F_{ax1}$ . Memorarea se face după parcurgerea timpului  $T_0$  de pătrundere a vir-







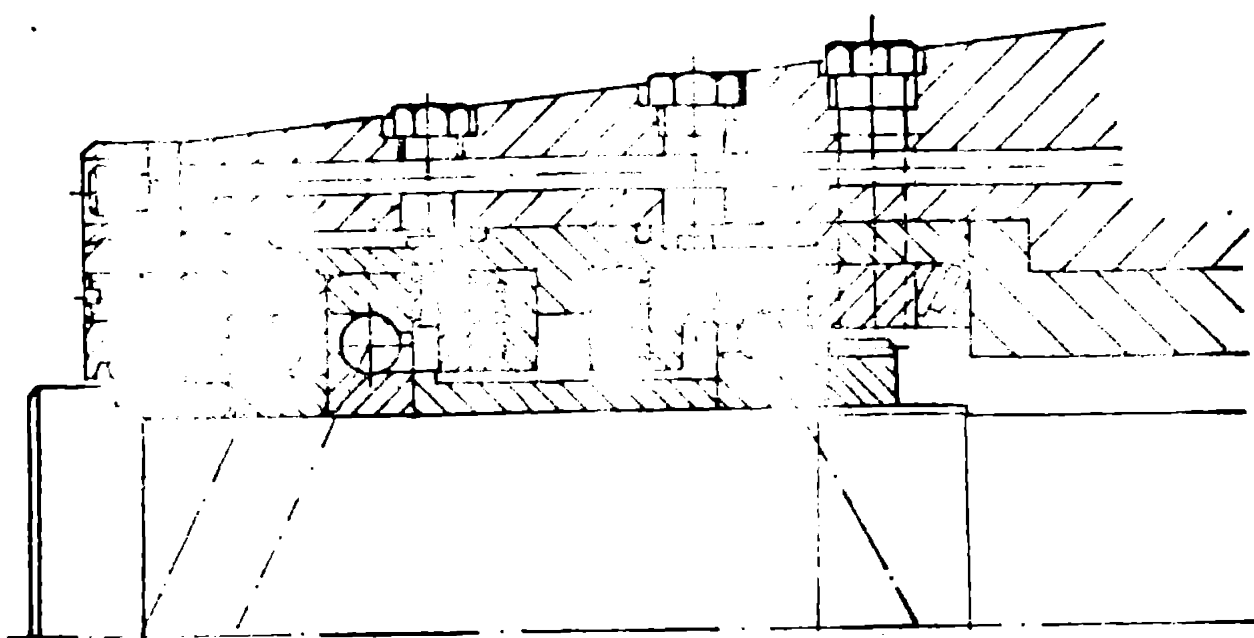


Fig. 2.31

a cărei organigramă de rezolvare este dată în fig.2.30. pentru funcțiile de avertizare și vizualizare. Un exemplu de program elaborat pe calculator pentru automatul programabil AP 117 pentru supravegherea uzurii și ruperii sculelor, care realizează oprirea mașinii în caz de avarie a sculei și vizualizarea naturii avariei, este redat în anexa 2.

În cazul mașinii GPR-2, schimbarea capetelor de frezat verticale se face automat, cu alimentare dintr-un magazin "pom", având 3 capete verticale. Schimbarea automată se face în baza unor subprograme din memoria automatului AP 117, apelate prin programul piesei. Mașina posedă un dispozitiv de înăviorire pe păpușă a capetelor de frezat vertical, comandat hidraulic și având o construcție originală. Amplasamentul traductorilor pentru  $F_{ax}$  și a lăgării, împreună cu sistemul de pretensionare și sistemul de termostatare, este prezent în fig.2.31.

Această termostatare se face pe intervalul  $25^{\circ} \pm 1^{\circ} C$ , ceea ce duce la o îmbunătățire importantă a derivatei termice a traductorilor. Se utilizează în acest scop un grup refrigerant de 5000 Kcal/h produs de Tehnofrig Cluj Napoca. Traductorii sînt dimensionați pentru o forță de pretensionare de 2000 daN și o forță de echilibrare maximă de 2000 daN, pe 2 rînduri a câte 8 pastile de  $\varnothing 25 \times 14$  mm. Cele 16 pastile formează o punte cu câte 4 pastile pe fiecare ramură. Pretensionarea se face diferențiat pentru ramurile punții supuse la încălzire de  $F_{ax}$  și cele supuse la descărcare de către  $F_{ax}$  utilizînd arcuri diso-numei pentru acestea din urmă. În felul acesta forța maximă totală pe fiecare rînd de 8 pastile nu depășește 2000 daN.

#### 2.4.2.3. Mașini de găurit pentru mecanică fină

Este vorba de mașina de găurit de precizie cu  $\varnothing$  max. 3mm.

Această mașină este destinată dotării întreprinderilor de aviație, respectiv întreprinderea Turbomecanica București, cu execuție la I.M.U. Suceava.

Această mașină nu este echipată cu SCA sau alt sistem derivat din SCA-uri, dar în schimb prin construcția ei și prin modul de rezolvare a acționării principale (ACP), este aptă să primescă în viitor SCA prin microprocesor.

În acest sens, acționarea principală (ACP), este realizată prin motor de curent continuu de turație ridicată: max = 7800 rot/min, cu reglaj al turației prin tiristori pe un domeniu de 10:1, obținându-se la ieșire la arborele principal 2 game continue:

20000 - 2000 rot/min;

2000 - 200 rot/min;

realizate prin 2 repearte prin șabla de curea cu secțiune cilindrică. Motorul de c.c. cu magneti permanenți în stator are puterea de 250 W, este prevăzut cu tahogeneratoz pentru vizualizarea valorii  $n_{ef}$ , și alimentat cu tensiune variabilă pe colector, dată de blocul de reglare a tensiunii cu tiristori și potențiometrul pentru valoarea de referință. Implementarea în viitor a unui SCA ar însemna:

- preluarea valorii curentului absorbit de motor (ca mărime proporțională cu  $M_p$ );

- realizarea blocului de calcul care transmite valoarea de ieșire prin comanda tiristorilor, având la bază existența microprocesorului ca element de calcul și a memoriei ca element de stocare a programului pentru algoritmul de calcul și a mărimilor de referință (stocate în tabelă de valori).

Această etapă de automatizare nu a fost încă abordată.

#### 2.4.2.4. Minicentrul de prelucrare modernizat GCE 50 WQ

Această mașină este rezultatul direct al cercetărilor efectuate și va fi prezentat în capitolele următoare. În prezent este în curs de esamilarare cu termen de punere în funcțiune 1985.

### 3. ANALIZA ACȚIONĂRII PRINCIPALE A MASINII DE GAURET CU CA

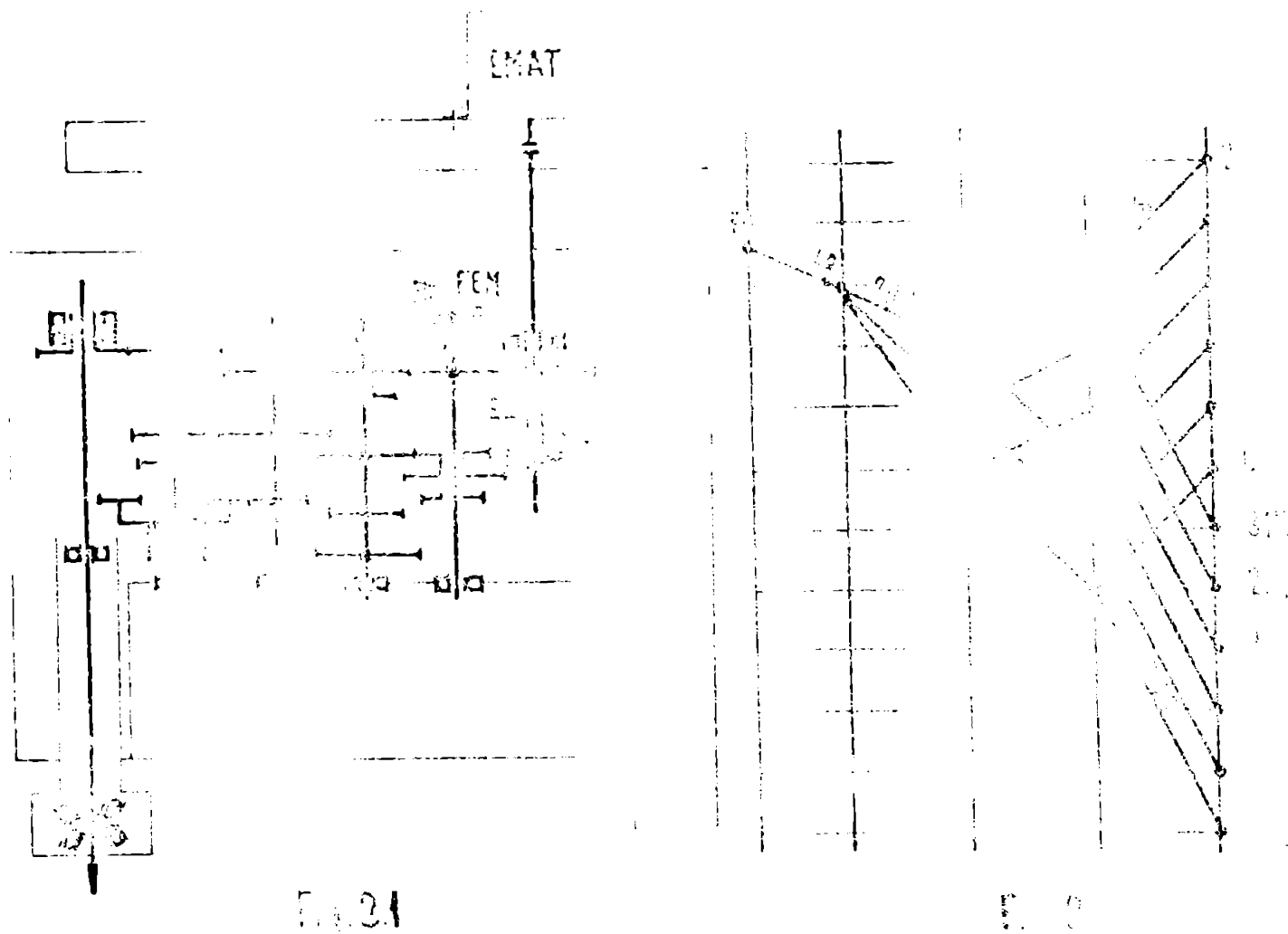
#### 3.1. Analiza construcției acționării principale a mașinii GP 45 NC (existentă)

Acționarea principală a mașinii GP 45NC (mașină clasică fără CA), este realizată cu o cutie de viteze cu 12 trepte de turații cu rația 1,25 și structura 3 x 2 x 2, care primește mișcarea de la un EMAT de 4 Kw. Domeniul de turații este 56 - 2500 rot/min, turațiile fiind programabile prin NC - prin funcția S 01 ..... S 12, sau prin manevre convenționale de la selectorul de turații de pe pupitrul mașinii. Schema cinematică este redată în fig.3.1., iar diagrame de turații în fig.3.2.

Baladorii sînt deplasați prin cilindri hidraulici, comandați de electroredistributori, iar pozițiile acestora sînt confirmate de microfîntrerupători.

Combi-națiile de contacte ale acestora, corespund cu cîtegra-ma de confirmări, care autorizează porarea broșei cu noua valoare de turație.

Pentru facilitarea intrării în poziție a baladorilor, se recomandă impulsuri de balansare a cutiei de viteze, prin acționarea succesivă a cuplajului electromagnetic CEM, și a frînei FEM. În acest fel, mișcarea de la EMAT se transmite intermitent prin cîteve impulsuri.





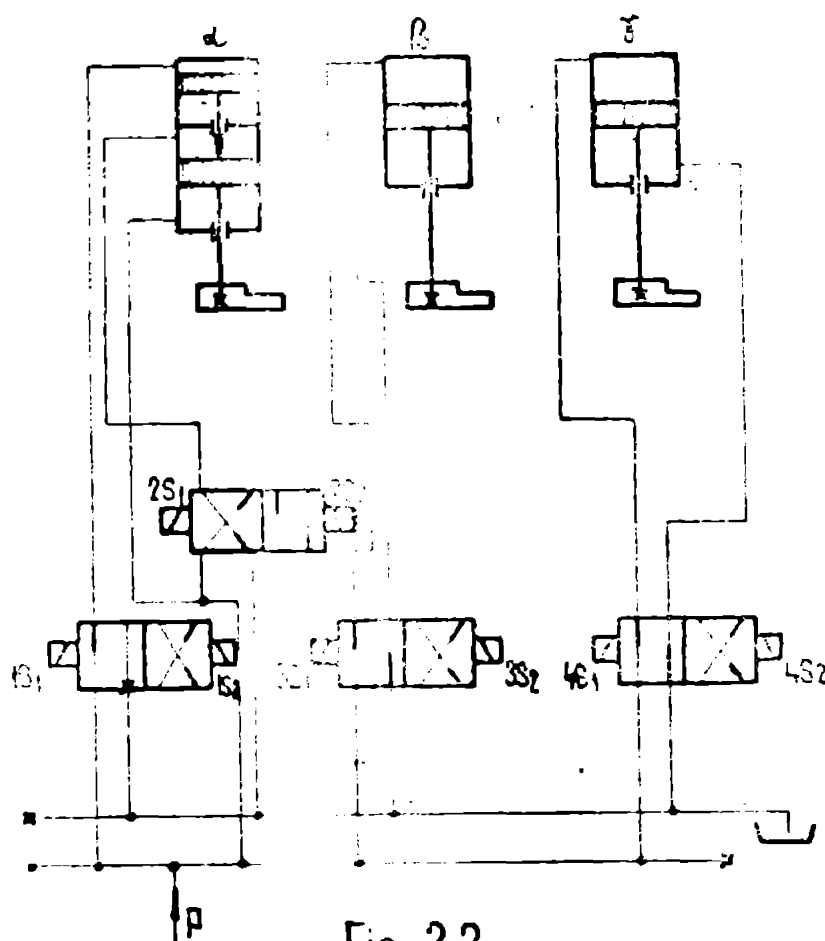


Fig. 3.3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
25		SUS							X	X
18	SUS	SUS							X	X
18	SUS	SUS							X	X
50		PS								X
23		PS								X
45		PS								X
23		SUS							X	X
23		SUS							X	X
10		SUS							X	X
12		PS							X	X
50		PS							X	X
5		PS							X	X

Fig. 3.4

la cutia de viteze pe timpul selectării, pînă la confirmarea realizării noii valori de turație programată, cînd se opresc impulsurile de balansare. În caz că socrată confirmare nu apare într-un timp dat, se afișează "avarie". În principiu, pe timpul selectării, legătura dintre EMAT și cutia de viteze este întreruptă prin JEM. Motorul EMAT se a-

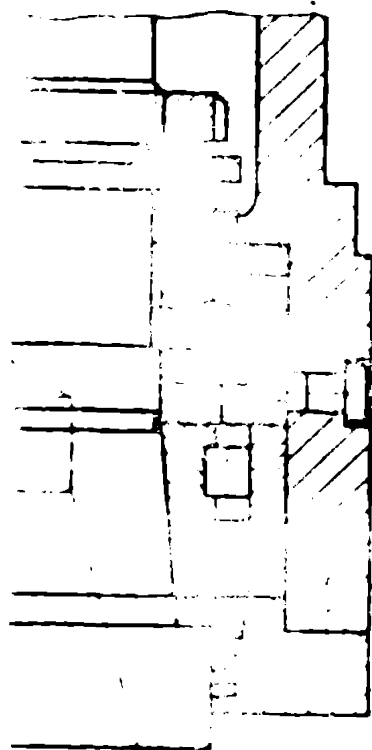


Fig. 3.5

flă situat pe platforma superioară a mașinii și mișcarea se transmite la păpușă (unde se află cutia de viteze și arborele principal ou pinola), printr-un ax canelat. Schema hidraulică aferentă este în fig. 3.3., iar cilograma vitezelor în fig. 3.4. Arborele principal ou pinola, poate să execute mișcarea pe axa z, acționarea făcîndu-se de la sistemul de avans, comandat prin EMOC și cuplaj electromagnetic. Arborele principal are o lagăruire radial-axială pentru arbori de mașină de găurit redată în fig. 3.5.

Deodată, în arborele principal se află sistemul de strîngere semi-automată a sculei, acționat de arcuți disc și prevăzut cu sistem de agățare a sculei prin tîrță și bușe ou bile. Eliberarea sculei este realizată hidraulic, cu comandă electrică prin bu-

ton, cu condiția ca pinole să fie în poziția superioară și motorul principal EMAT să fie oprit.

Pinole este utilizabilă și pentru lucrări de frezare, fapt pentru care este prevăzută cu blocaj hidraulic, realizat prin pastile de blocare ca și blocajele pe axele NC și asigurat prin acumulator hidraulic și releu de presiune.

În vederea unei utilități extinse a pinolei la mașina GP 45 NC cu NUMEROM 321-3, s-au introdus:

- ciclul de eliberare și stringere sculă în AP, care, la prima inițiere înseamnă: ridicarea păpușii în poziția superioară și apoi ridicarea pinolei în poziția superioară, iar la 2 -a inițiere se eliberează scula. Stringerea sculei se face de la butonul respectiv de comandă, în condiție că în preslabil scula a fost eliberată, iar apoi se poate relua programul NC cu scula nouă prin validarea detă la butonul destinat acestui scop, situat pe fațeta păpușii.

- ciclurile convenționale ale pinolei, care înseamnă poziționări ale pinolei la diferite cote, programabile prin bloc de microîntrerupători și came, în total 6 poziții ale pinolei, selectabile pe convențional sau prin funcție programabilă T 01 - T 06. La inițierea ciclului are loc ridicarea păpușii în poziția superioară, ridicarea pinolei în poziția superioară, coborârea pinolei până la came corespunzătoare noii valori programate a funcției T, blocarea pinolei.

Mașina GP 45 NC cu NUMEROM 321-3, realizată special cu nivelul de automatizare adecvat, a fost apoi transformată și echipată adecvat pentru a primi CA pentru reglajul turațiilor și avansurilor, pe baza unui criteriu de optimizare al costurilor minime de prelucrare, denumirea finală devenind GP 45 NC/AC.

### 3.2. Condițiile de care trebuie să se îndeplinească ACP

Pentru a putea enunța aceste condiții trebuie să privim în ansamblul întregii mașini, modul în care SCA-ul trebuie să răspundă cerințelor impuse atât de reglarea vitezei oit și a avansului. În funcție de acestea depinde întreaga construcție a SCA-ului pentru ACP oit și a celui pentru acționarea de avansuri (ACA), precum și elementele de execuție aferente acestora.

În acest sens în fig. 3.6. este prezentată schema bloc generală a SCA-urilor pentru reglajul turației și avansurilor la mașina de găurit GP 45 NC/AC.

Prezența permanentă a două bucle de reglaj: una pentru turație și alta pentru avans, atrage după sine soluții pentru ACP, care nu ar putea fi utilizate dacă ar lipsi bucle de reglaj al avansului.

Astfel, reprezentând separat cele două bucle de reglaj în

fig.3.7. pentru turație și respectiv în fig.3.8. pentru avans, se poate vedea că mașina poate în principiu funcționa cu oricare din cele 2 bucle de reglaj, precum și cu ambele bucle simultan.

Faptul că cele două bucle lucrează simultan, aceasta implică corelarea lor pentru realizarea strategiei de optimizare-respectiv de apropiere față de punctul de optm posibil de atins, precum și satisfacerea restricțiilor de sistemul tehnologic elastic STB compus din mașină-sculă-piesă.

Din aceste considerente funcționale rezultă condițiile pe care trebuie să le îndeplinească ACP în vederea echipării mașinii cu 3CA, după cum urmează: [3.1.]

- variația turației să se facă din mers și sub sarcină;
- pe durata regimurilor tranzitorii să nu existe scăpări sau întreruperi în transmiterea turației și a momentului de torsiune, salturi bruște, șocări sau șocuri de turații, transmiterea mișcării fiind continuă;

- variația vitezei pe timpul regimului tranzitoriu să se facă după anumite legi impuse și numai în domeniul delimitat de valorile capetelor regimului tranzitoriu.

- valorile turației arborelui principal să fie programeabile prin EC, sau funcția S, (pentru caz de necesitate).

- valorile turației arborelui principal să fie comutabile prin manevre convenționale, (pentru caz de necesitate).

3.2.1. Condiții pentru arborele principal și conșletul său (aceasta referindu-se la amplasarea traductorilor pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$ , domeniile de reglaj pentru  $n, M_t, F_{ax}$ ).

- Domeniul turațiilor  $56 \pm 2500$  rot/min;
- Domeniul forțelor axiale ( $F_{ax}$ )  $0 \pm 2000$  daN
- Domeniul momentului de torsiune ( $M_t$ )  $0 \pm 25000$  Nm;
- Domeniul diametrelor de găurire  $2,5 \pm 63$  mm;

Din motivul sensibilității ridicate a ansamblului traductorilor, atât la diametre mici cât și mari, amplasarea traductorilor pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$  trebuie făcută de o manieră care să excludă influența forțelor de frecare, provocate de forțele de eșchiere, în mașina.

Aceste aspecte sînt materializate de construcția AP prezentată în paragraful 4.1.

3.2.2. Condiții privind domeniul de reglaj al turației

Porcînd de la formula (2.12):

$$v = \frac{C_{v,a,d}}{T_{v,a,d} \cdot g} \cdot \frac{z_v}{y_v} \cdot K_a \quad \text{și de la diagramele prezentate în fig.2.3. și fig.2.4. se poate observa că domeniile maxime utilizate pentru}$$

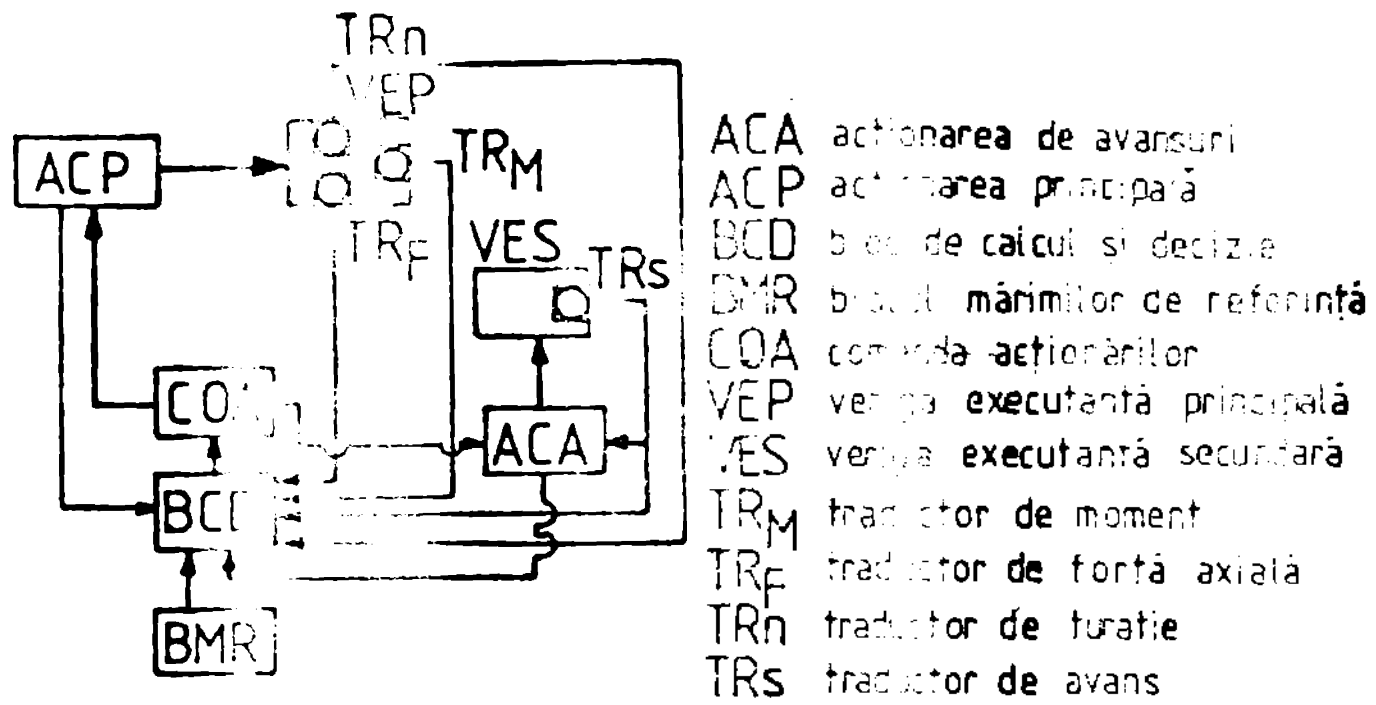


Fig. 3.6.

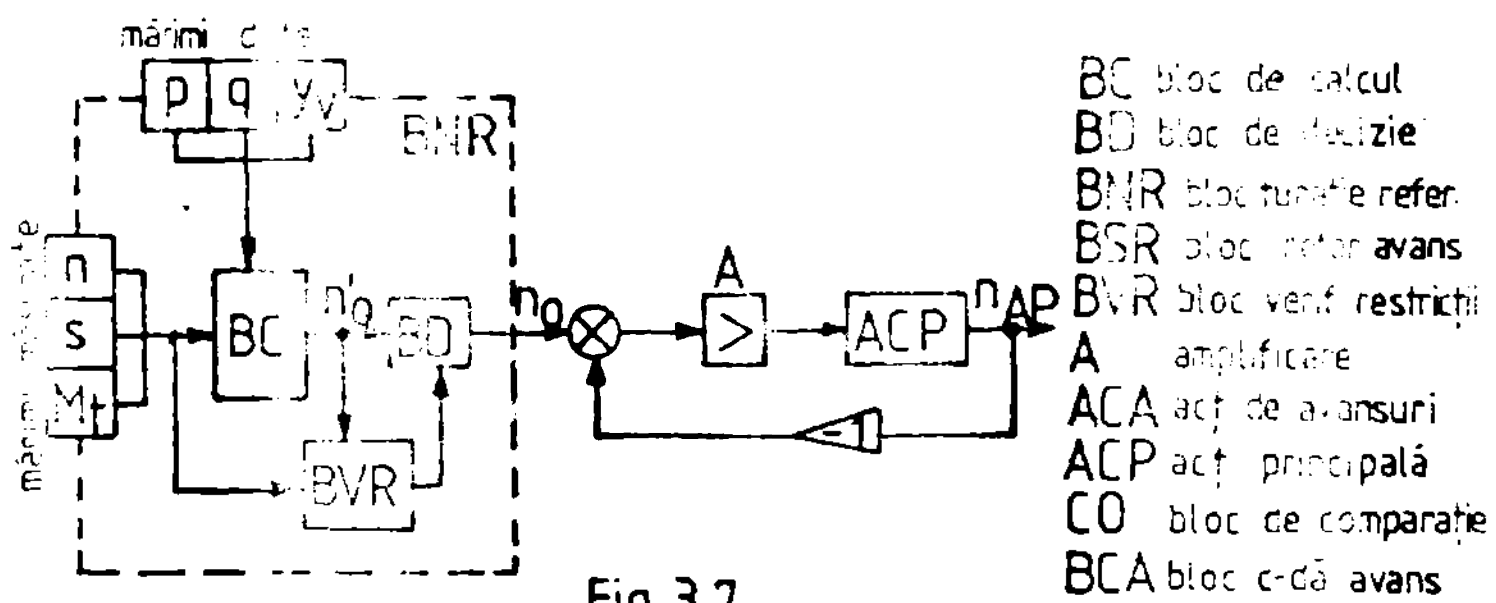


Fig. 3.7.

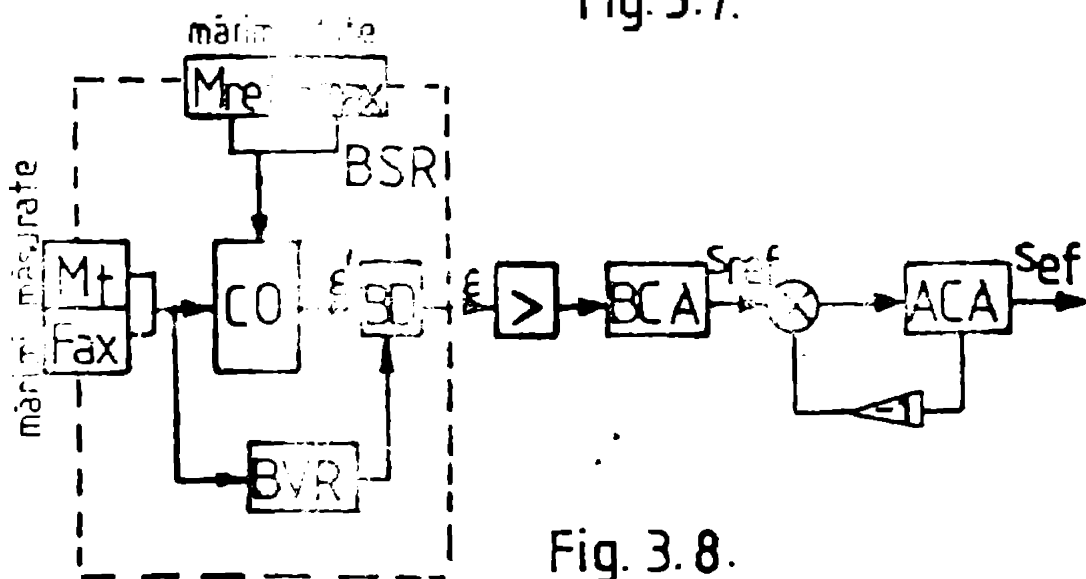


Fig. 3.8.

Fig. 3.6. - Schema bloc a SOA pentru reglajul  $n, s_1$

Fig. 3.7. - Schema bloc a SOA pentru reglajul  $n_1$

Fig. 3.8. - Schema bloc a SOA pentru reglajul  $s_1$

viteze sînt cea. 12-80 m/min., adică de 6,6, iar pentru alte oțeluri de scule acest domeniu ajunge la 14,3 - 100 m/min., adică cea. 7.

Acest domeniu ar putea fi încă redus, dacă se analizează cauzurile extreme posibile în cazul prelucrării cu o pereche de materiale dată pentru sculă-piesă.

Acest domeniu, excluzînd pătrunderea și ieșirea burghiului în piesă, ar putea fi cea. 2 + 3 [3.2.]. Ținînd cont de pătrunderea și ieșirea sculei în și din material, precum și de parcurgerea în aer a unui drum fără contact cu piesa, pe timpul căruia AP are o turație egală cu cea de pătrundere  $n_p$ , aceasta ar însemna un domeniu de cea. 4 - 5, justificat de raportul diametrelor  $\frac{d_0}{d} = 4 + 5$  în care  $d_0$  - diametrul virfului de atac;  $d$  - diametrul burghiului.

Domeniul maxim de reglaj al turației devine 3 . 5 = 15, deci este util ca acesta să fie suficient de larg. Cum însă domeniul total de reglaj pentru  $n$  al mașinii este mai larg, respectiv 50 - 100, devine necesar ca acest domeniu total să fie împărțit pe mai multe game, cu ajutorul grupelor succesive, iar în cadrul fiecărei game de reglaj să se poată varia turația din mers și sub sarcină pe întreaga gamă, de la grupa de bază. Această variație din mers și sub sarcină în cadrul fiecărei game de reglaj a turației, de la grupa de bază, trebuie să se poată face atât cu salturi crescătoare cât și decrescătoare, cu valori maxime posibile permise de lățimea acestei game, precum și cu valori minime egale cu rația din cadrul gamei respective. Pentru o cât mai completă și variată utilizare a ACP, lățimea gamei de reglaj ale turației din mers și sub sarcină, de la grupa de bază, trebuie să permită salturi de turații pînă la valori de cea. 15.

### 3.2.3. Condiții pentru regimuri tranzitorii de salt a turației

Acese condiții se referă la următoarele aspecte:

- modul de reglaj al turației, continuu sau în trepte;
- alinierea curbei de salt a turației în regim tranzitoriu;
- durata regimului tranzitoriu;
- timpul de răspuns;

Modul de reglaj al turației, continuu sau în trepte, este determinat de valoarea minimă a rației sau a saltului în regim de CA, care este sesizabilă și posibil de instalat prin CA. Dacă aceasta are valori de ordinul de mărime apropiat de cel al seriei geometrice, respectiv 1,25 - aceasta ar justifica reglajul în trepte. Acționarea continuă a turației, care este mai scumpă, ar fi justificată dacă saltul minim ar trebui să aibă valori semnificative de cel în trepte. Aici intervin totodată și celelalte condiții: alinierea de salt, durata regimului tranzitoriu, timpul de răspuns, ținînd cont de existența reglajului



continuu al avansului montat în paralel pe mașină.

Pornind de la algoritmul turăției, prezentat în cap.5, precizia de calcul a  $n$  opt. este  $\pm 7,5\%$ . Pe de altă parte, la o variație a  $M_t$  cu  $\pm 5,48\%$  pentru oțel, considerată ca maximă pentru întreaga plejă de diametre, lucru care rezultă din tabelul următor (vezi pagina următoare),

Se vede că, în cazul oțelului,  $\Delta M$  are valori în general mici, care sînt cauze unor variații  $\Delta n$  cu  $25\%$ . Aceste valori se mai corectează cu eroarea relativă de măsurare pentru  $M_t$ , care este de cea.  $\pm 7,5\%$ , obținindu-se abateri nete pentru  $\Delta M$  de  $\pm 13\%$ . Ca stare nu sînt necesare discretizări mai fine ale turăției decît în valori e-tejate în serie geometrică cu rația 1,25 datorită faptului că eroarea relativă de măsurare pentru  $M_t$ , precum și valorile corespunzătoare pentru  $\Delta M$  (care cauzează abateri de  $25\%$  pentru  $n$ ), sînt mici aflindu-se la limita detecției variațiilor lui  $M_t$ . Acest lucru se explică și prin faptul că, deși  $M_t$  are valori filtrate și nivelate, variațiile curente pentru  $M_t$  în timpul degajării așchii se situează într-o bandă avînd o lățime apropiată de valorile  $\Delta M$  detectabile. Aceste abateri, la limita detecției, nu trebuie să provoace modificarea turăției, deoarece sistemul ar intra în instabilitate, la excitarea cu valori pulsatorii de frecvență relativ ridicată pentru  $M_t$ , provocate de fenomenul așchierii în regia staționar.

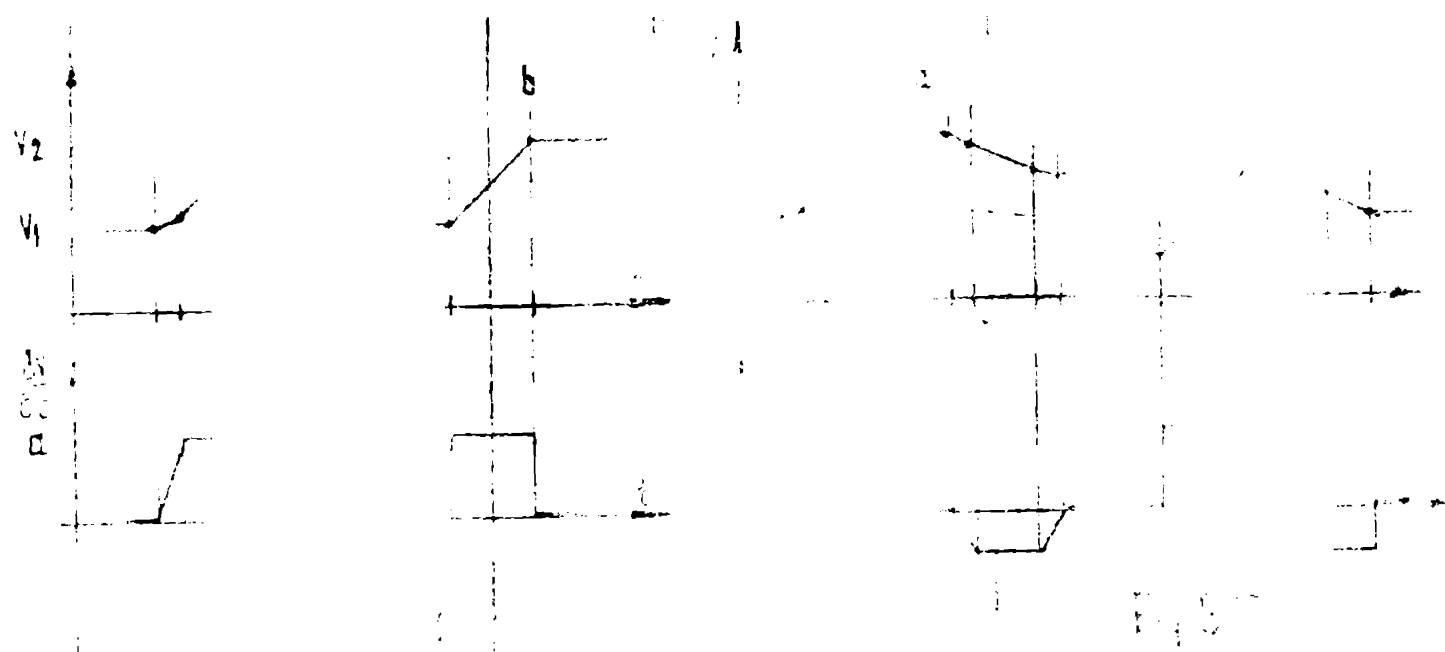
În cazul prelucrării materialelor cu duritate mai mică, de ex.  $Al_2O_3$ , abaterile maxime pentru  $\Delta M$  sînt de  $\pm 59,4 \pm 7,5 = \pm 66,9\%$  la o variație de  $\pm 25\%$  a turăției. Rezultă că în aceste cazuri apare necesitatea reglajului continuu al turăției cu pași fini, ce și în consecință a unei variații  $\Delta M$  mici de ordinul  $\pm 8,16\%$ , respectiv în trepte care ar necesita o rație de 1,04.

Modul de variație a turăției în timpul regimului tranzistoriu trebuie să asigure o variație lină a vitezei, care să nu provoace șocuri și accelerații ce pot provoca ruperi de scule în timpul așchierii.

Curba ideală are forma din fig.3.9.a. Dessemenes, poate fi acceptată și o variație a vitezei după o curbă ce are trepte intermediare între valoarea inițială și finală ca în fig.3.10. cu condiția ca să nu avea virfuri de accelerație.

Pentru a avea curbe rotunjite, fără virfuri de accelerații, este necesară posibilitatea reglării-modelării acestor curbe la ACP în cauză, în timpul probelor tehnologice pe mașina montată. Soluția ce se va adopta pentru ACP trebuie să permită reglarea și modelarea acestor curbe la mașină, avînd burghiile în așchiere, obținindu-se o optimizare a SOA. Acest aspect va mai fi tratat și în capitolele următoare.

Material	0 t o 1		Fontă oenugie		Fontă modif.		B r o d z				
	Ø4	Ø30	Ø4	Ø30	Ø4	Ø30	Ø4	Ø30			
eo/mo	0,1	0,25	0,15	0,12	0,18	0,15	0,3	0,20	0,2	0,35	0,25
P	3334	661,6	477	2357	455	226	2525	477	242	2541	517
d	6	0,0326	0,00465	4,9	0,0196	0,0025	4,9	0,0196	0,0025	4,9	0,0196
γ	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
C <sub>H</sub>	33,8	33,8	33,8	23,3	23,3	23,3	20,3	20,3	20,3	12,2	12,2
X <sub>1</sub>	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
X <sub>2</sub>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
M <sub>teor.</sub>	74,6	7141,7	19432,8	59,5	5390,3	15500	62	4963	14691,5	46,9	3374
1,25 no/ teor.	2012,5	381	209,1	2238,1	330	181,75	3042,1	489,8	259,1	4065	692,1
no teor.	1610	311,2	167,3	1790,5	270,4	145,4	2433,7	391,9	207,3	3252	553,7
K.M <sub>teor.</sub>	71,25	6750,3	18669,5	52,3	4641,3	13642,4	49,24	3785,6	11688,3	22,84	1370,7
ΔM %	-4,49	-5,48	-3,93	-12	-13,89	-11,98	-20,58	-23,7	-20,44	-51,3	-59,4



Nu sînt recomandate variațiile bruște (întrerupte) ale accelerațiilor pe timpul saltului turației ca în fig.3.9.b. și fig.3.10.b.

Durata regimului tranzitoriu cuprinde două părți:

- o parte de reglaj propriu-zis al turației din mers și reinstalare
- o parte de fixare a turației noi în ACP.

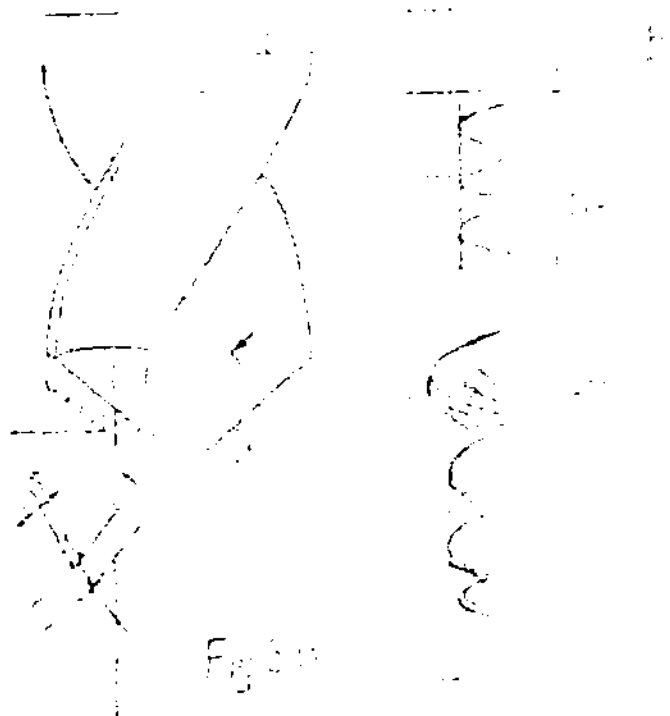
Prima parte, cea de reglaj a turației, este obligatorie indiferent de soluția adoptată la ACP și se desfășoară după o curbă de tipul celor din fig.3.9. și fig.3.10.

A doua parte este caracteristică pentru ACP în trepte, soluționată cu baladori conf. cap.4, și se desfășoară cu menținerea constantă a turației la noua valoare reglată pe o durată de timp fixă pînă la confirmarea preluării noii turații de către ACP cu noua poziție a baladorilor.

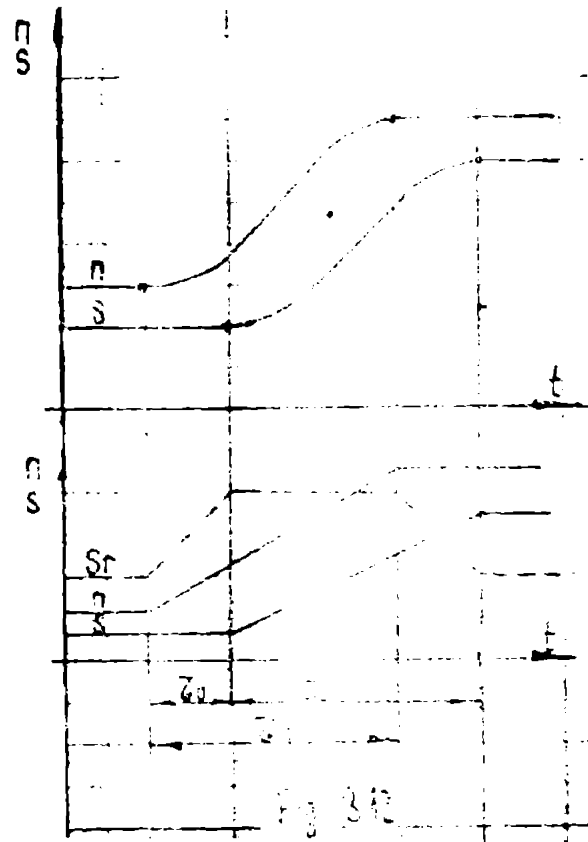
În funcție de durată necesară a timpului tranzitoriu depinde soluția adoptată pentru ACP, iar în funcție de timpul de răspuns necesar depinde soluția adoptată pentru blocul de calcul a turației optime  $n_0$ . Timpul total de răspuns al SCA, ar fi în acest caz, suma timpilor tranzitorii a ACP și a timpilor de răspuns al blocului de calcul, după cum urmează:

$$\tau_{\text{tot}} = \sum t_{\text{trans.}} + \sum t_{\text{calo.}} \quad (3.1.)$$

Pentru o valoare a  $\tau_{\text{tot}}$  minimă utilizabil, se pornește de la secțiunea așchii reprezentată în fig.3.11. Se ține cont de faptul că sistemul de avans are și el un SCA cu un timp de răspuns propriu, acest SCA avînd reglaj continuu pe principiul stabilizării momentului de torsiune la valoarea unei restricții impuse de BMR a sistemului de avans, deci caută să mențină aproximativ constant avansul  $S_r$  pe rotație în regim staționar (fig.3.12.).



- secțiunea și forma așchierii la prelucrarea cu avans  $s_g$  constant.
- Cu notațiile din fig. 3.12;



$z_0$  - timpul de întinzare ca urmare a răspunsului de avans;

$z_s$  - durata regimului tranzitoriu pentru  $s$ ;

$z_n$  - durata regimului tranzitoriu pentru  $n$ ;

se poate scrie

$$s = \frac{1}{z_s} \int_0^{z_s} (1 - z_0) \frac{\partial s}{\partial t} \cdot dt \quad (3.2.)$$

$$n = \frac{1}{z_n} \int_0^{z_n} \frac{\partial n}{\partial t} \cdot dt \quad (3.3.)$$

și deci

$$s_r = \frac{s}{n} = \frac{\frac{1}{z_s} \int_0^{z_s} (1 - z_0) \frac{\partial s}{\partial t} \cdot dt}{\frac{1}{z_n} \int_0^{z_n} \frac{\partial n}{\partial t} \cdot dt} \quad (3.4.)$$

Introducînd e-o presup. o variație liniară pentru  $n$  și  $s$ , valoarea maximă pentru raportul  $s_r = \frac{s}{n}$  are o variație după o linie poligonală. (fig. 3.12.).

Valoarea maximă a raportului  $\frac{s}{n}$  se poate determina din solicitarea sculei, care suportă un moment maxim de rupere [3.3.]

$$M_{so.s} = 0,13 \cdot d^{2,7}, [\text{N m}] \quad (3.5.)$$

Din acesta se ia 70 %:

$$M_{sc} = 0,7 \cdot 0,13 \cdot d^{2,7}, [\text{N m}] \quad (3.6.)$$

Iar apoi se aplică un coeficient de siguranță de 6+7; (acest coeficient de siguranță este dat de [3.3.] și are rolul de a îndepărta pericolul ruperii sculei);

$$M_{lin} = \frac{9,7 \cdot 0,13}{0,5} \cdot d^{2,7} = 1,4 \cdot d^{2,7} \text{ [Ncm]} \quad (3.7.)$$

$$\text{Din ecuație: } M_T = C_M \cdot d^{x_M} \cdot S_T^{Y_M}$$

$$\text{Astfel avensuă maxim: } S_T = \left[ \frac{1,4}{C_M} \cdot d^{2,7 - x_M} \right]^{\frac{1}{Y_M}} \quad (3.8.)$$

Cazul de solicitare cel mai defavorabil este când  $\zeta_n \leq \zeta_0$ , iar saltul de turație este descrescător de la valoarea inițială  $n_1$  la cea finală  $n_f$ , respectiv  $S_1 - S_f$

$$S_{r1} = \frac{S_1}{n_1} \quad ; \quad S_{rf} = \frac{S_f}{n_f}$$

$$S_{r1 \text{ max.}} = \frac{S_1}{n_f} \quad (3.9.) \text{ deoarece s-a presupus } \zeta_n \leq \zeta_0$$

$$S_{r1 \text{ max.}} = \frac{S_1}{n_1} \cdot \frac{n_1}{n_f} = S_{r1} \cdot \frac{n_1}{n_f} \quad (3.10.)$$

Prin compararea cu (3.8.) se obține raportul maxim de reglare

$\frac{n_1}{n_f}$  pentru cazul  $\zeta_n \leq \zeta_0$

$$S_{r1} \cdot \frac{n_1}{n_f} = \left[ \frac{1,4}{C_M} \cdot d^{2,7 - x_M} \right]^{\frac{1}{Y_M}} \quad (3.11.)$$

$$\frac{n_1}{n_f} = \frac{1}{S_{r1}} \left[ \frac{1,4}{C_M} \cdot d^{2,7 - x_M} \right]^{\frac{1}{Y_M}} \quad (3.12.)$$

$$\text{In cazul oțelului: } \frac{n_1}{n_f} = \frac{1}{S_{r1}} \left[ \frac{1,4}{33,8} \cdot d^{2,7 - 1,9} \right]^{\frac{1}{0,8}} \quad (3.13.)$$

$$\frac{n_1}{n_f} = \frac{d}{S_{r1}} \cdot 0,0187 \quad (3.14.)$$

Analizând valorile extreme uzinale, se obține:

$d = 4 \text{ mm}$	$d = 4 \text{ mm}$	$d = 63 \text{ mm}$	$d = 63 \text{ mm}$
$S_{r1} = 0,02 \text{ mm/rot.}$	$S_{r1} = 0,2 \text{ mm/rot.}$	$S_{r1} = 0,08 \text{ mm/rot.}$	$S_{r1} = 0,4 \text{ mm/rot.}$
$\frac{n_1}{n_f} = 3,74$	$\frac{n_1}{n_f} = 0,374$	$\frac{n_1}{n_f} = 14,73$	$\frac{n_1}{n_f} = 2,94$

De aici rezultă pericolul de rupere al soulei pentru  $\frac{n_1}{n_f} = 0,374$ , care permite o variație<sup>cu</sup> descrescătoare a  $n_f$  de 2,67 ori față de  $n_1$ .

Din acest motiv cazul  $\zeta_n \leq \zeta_0$  este neutilizabil și necesită o mărire a lui  $\zeta_n$  sau micșorare a lui  $\zeta_0$ . Micșorarea lui  $\zeta_0$  nefiind posibilă cu actuala tehnologie, rămâne ca posibilitate mărirea lui  $\zeta_n$ . Valoarea optimă, care să permită o siguranță în funcționare fără ruperea burghiilor poate fi apreciată la:

$$\zeta_n = (3 \dots 4) \cdot \zeta_0 \quad (3.15)$$



in care  $z_n$  - durata regimului de tranzitoriu de reglaj a turației  
 $z_0$  - timpul de întârziere la răspunsul SCA-ului pentru  
 reglajul avansului.

Acest  $z_n$  situându-se în jurul valorilor de  $0,8 + 1,5$  sec și fiind realizabil prin soluțiile adoptate în cap.4, vine odată în plus să infirmе necesitatea unui reglaj continuu electric al turației ACP la găurire (care poate realiza timpi de ordinul de mărime comparabili cu  $z_0$ ), în condiția existenței reglajului continuu electric al avansului. Reglajul electric continuu pentru ACP este mai comod din punct de vedere mecanic dar mai complicat, lucru ce se poate vedea în continuare.

Din punct de vedere al celorlalți timpi menționați mai sus se precizează:

- timpul tranzitoriu pentru fixarea turației noi (care se aplică numai în cazul soluției mecanice a ACP cu baladori), evaluat la  $1,5 + 2,5$  sec. Acesta succede timpului tranzitoriu  $z_n$  de reglaj a turației și blochează decizia de salt a turației prin SCA pe parcursul său, realizând o temperare și stabilizare a sistemului.

- timpul de răspuns al blocului de calcul, care precede cronologic timpul tranzitoriu al ACP, și care depinde de tehnologia usuală de hardware analogică a acestui bloc. Corelarea cu ACP se face prin reglajul duratelor pauză - impuls a generatorului de impulsuri aflat în interfața dintre blocul de calcul și mașină, care realizează baleierea convențională a deciziilor de salt a turației în SCA. Aceste durate reglabile dau valorile pentru timpii de răspuns al blocului de calcul.

#### 3.2.4. Condiții referitoare la deservirea mașinii în regim convențional și NC

Regimurile de lucru ale ACP sînt următoarele:

- regim de lucru convențional, cu deservirea semiautomată a mașinii de la pupitrul convențional al mașinii, inclusiv schimbarea turațiilor;

- regim de lucru NC, cu comandă programată a turațiilor de la echipamentul NC (prin comandarea ACP în cazul regimului convențional).

- regim de lucru de comandă adaptivă, cu schimbarea turațiilor din mers și sub sarcină, cu deservirea semiautomată a mașinii de la pupitrul mașinii.

- regim de lucru de comandă adaptivă, cu schimbarea turațiilor din mers și sub sarcină, cu deservirea automată a mașinii prin NC, cu introducerea datelor manuală sau pe bandă perforată.

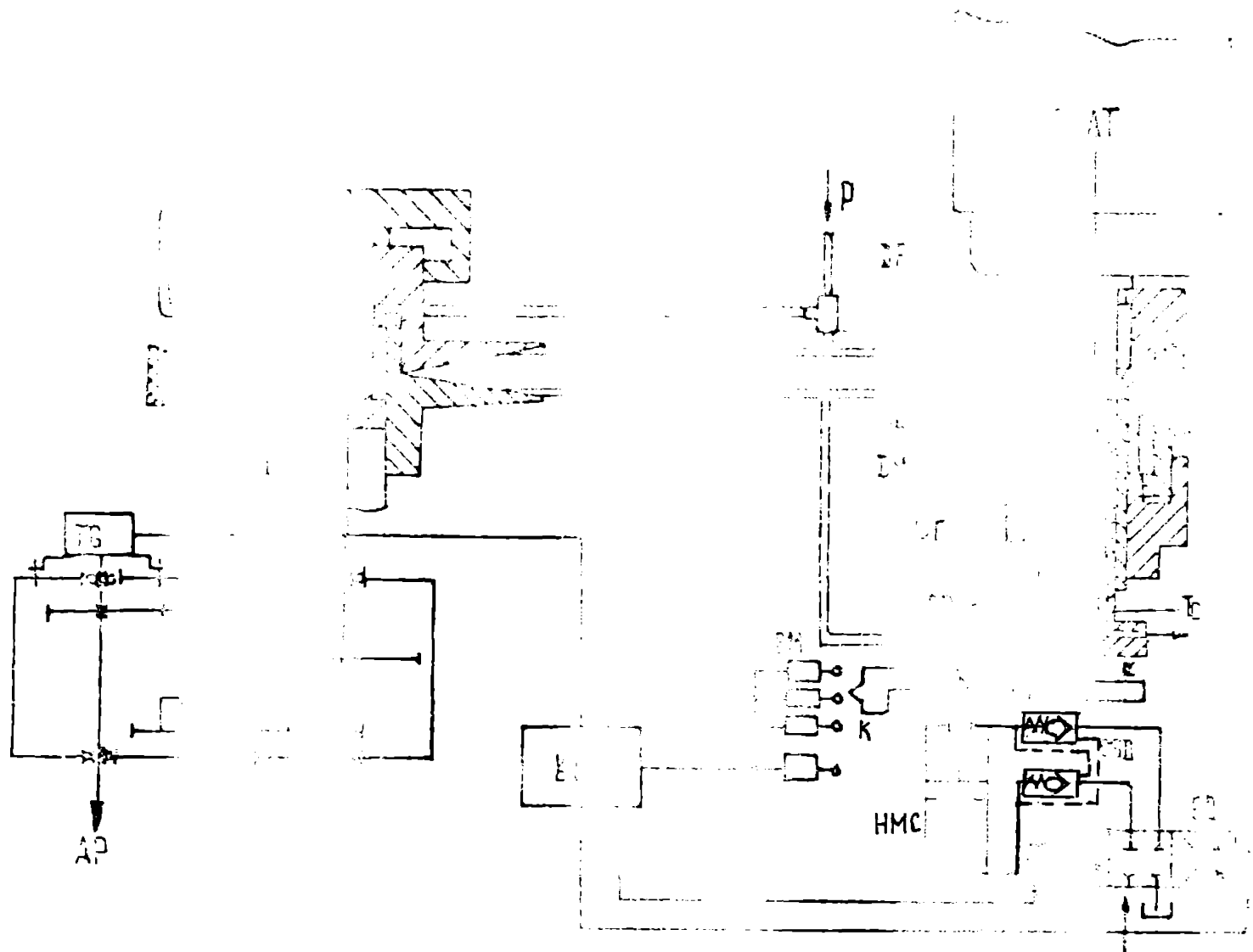


Fig. 3

La primele două regimuri saltul turațiilor se face cu opritul ACP pentru schimbarea poziției baladorilor.

Față de aceste regimuri necesare, pentru prototipul experimental ar fi necesar și un regim de reglaj, în care să se comande mașina în regim de simulare a CA, respectiv de schimbare a turației din mers și sub sarcină prin comandă semi-automată, în gol sau sarcină și fără ca saltul turației să fie comandat de blocul de calcul al turației.

Existența simultană a acestor 5 regimuri de lucru pentru ACP, necesită soluționarea construcției ACP de o astfel de manieră încât să poată comanda oricând de pe un regim pe altul, pe cale electrică, iar toate comenzile fiind de asemenea electrice.

### 3.3. Analiza soluțiilor posibile pentru ACP cu reglare continuă

În acest paragraf s-a analizat grupa de bază, cea care asigură reglajul prin CA. Acestea se combină de regulă cu grupe succesive pentru extinderea domeniului și care se comandă în afara CA.

La grupa de bază trebuie îndeplinite condițiile enunțate la paragraful 3.2.

### 3.3.1. Construcții cu variație secanțioasă

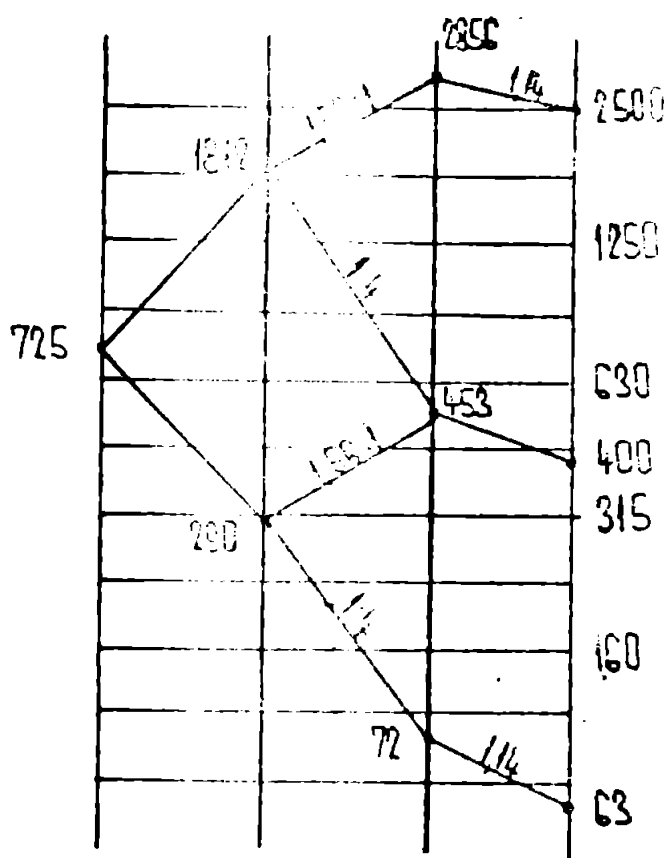


Fig. 3.14

Lucrări care utilizează astfel de construcții sînt [2.37], [3.4]. În fig.3.13. este prezentată o schemă de principiu a unei acționări principale avînd o grupă de bază cu variator cu curea trapezoidală, combinată cu o grupă succesoră pentru lărgirea domeniului. Domeniul turațiilor reglabile continuu este prezentat în fig.3.14. Comanda variatorului este hidraulică, bazată pe sistemele de urmărire și a fost realizată de firma G.Fischer - ELVERIA la strunguri [3.4]. Acest tip de comandă hidraulică a variatorului se pretează scopului, îndeplinind condițiile enunțate la 3.2. și 3.2.3. Funcționarea este următoarea: comanda de creștere

sau de scădere este dată de blocul de comandă BC în urma comparării turației reale de la TG cu cea de referință de la BMR. Se acționează electrodistribuitorul ED, care comandă hidromotorul de comandă HMC și care ridică sau coboară tija de comandă KC și candelă de comandă a confirmării treptelor de turații programate, la blocul de microîntreprători EM. Tija KC deschide orificiile de pătrundere a uleiului sub presiune la bușea de distribuție BD, solidară cu discul mobil DM prin știftul ST ce poate oulisa printr-un canal practicat în corpul discului fix DF, făcînd astfel posibil scesul uleiului sub presiune pentru urcarea sau coborîrea discului mobil DM. Știftul ST joacă rolul de reacție inversă prin antrenarea concomitentă a bușei BD, care reînchide orificiile la tija KC pentru noua poziție a discului DM.

Pe axul condus presiunea uleiului are rolul de a asigura întinderea cubelei pentru buna funcționare a variatorului.

Acționarea electrodistribuitorului ED încetează la confirmarea de către EM sau TG a valorii turației, iar supapa SED asigură poziția intermediară fixă a tijei pistonului HMC. Că altă comandă electrică, a variatorului, utilizabilă în locul celei hidraulice, aparține firmei ACIERA ELVERIA, la aceasta întinderea curelei se asigură cu

un pachet de arouri la axul de antrenare, iar comanda se realizează prin apropierea sau depărtarea discului mobil de cel fix printr-un mecanism șurub-piuliță, care este comandat de un EMAT separat.

Din fig. 3.14. rezultă cele două domenii de reglaj conținute 63 - 400 rot/min; 400-2500 rot/min.

Aceste domenii cu mărimea de 6. sînt date de către variator.

Dezavantajele soluției sînt următoarele:

- randamentul scăzut al ACP, ca 30 - 35%;
- puterea limitată la 2,5 - 3 Kw;
- domeniul de reglaj din mers și sarcină de 6 este nicăieri față

de cel estimat la 15;

- soluția necesită importuri pe relația DL și anume variatorul cu curea de la firma VOINH - H.F.G., iar după asamblare rămîne curesus din import.

Prețul este relativ scăzut, la nivelul unei acționări cu bauladori de aceeași putere și domeniu, sceseta datorită simplității soluției. De asemenea se remarcă silențiozitatea funcționării acestei ACP.

### 3.3.2. Construcții cu acționare hidrostatică

La aceste construcții, principiul de funcționare pompă-motor în circuit închis este binecunoscut (fig. 3.15.). Trebuie însă adaptată scopului; construcția să fie cât mai compactă, în gabarite reduse, realizarea domeniului de turații și puterii ACP, precum și comanda variatorului

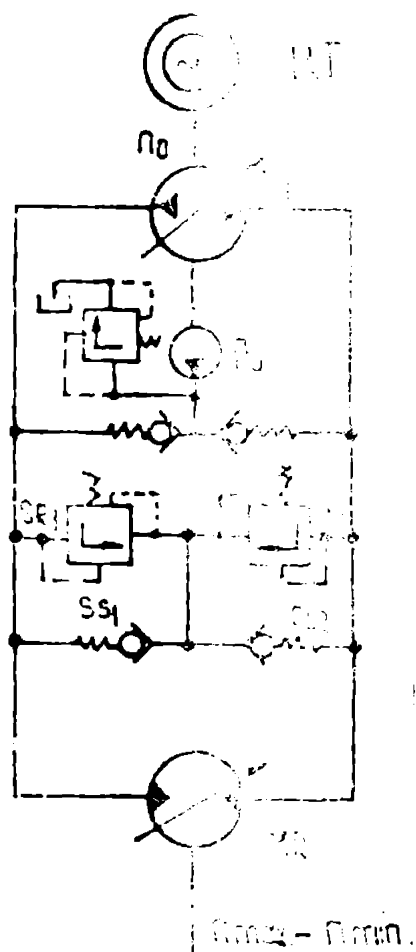


Fig. 3.15.

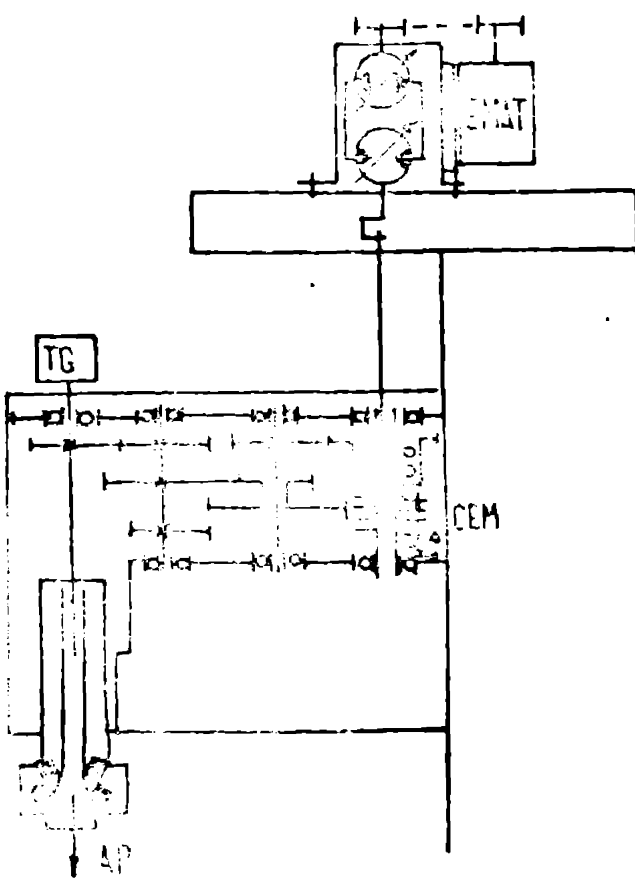


Fig. 3.16.

care să permită automatizarea ACP.

În fig. 3.16. este redată schema cinematică, în fig. 3.17. este diagrama de turații, iar în fig. 3.18. schema de comandă a variatorului hidrostatic.

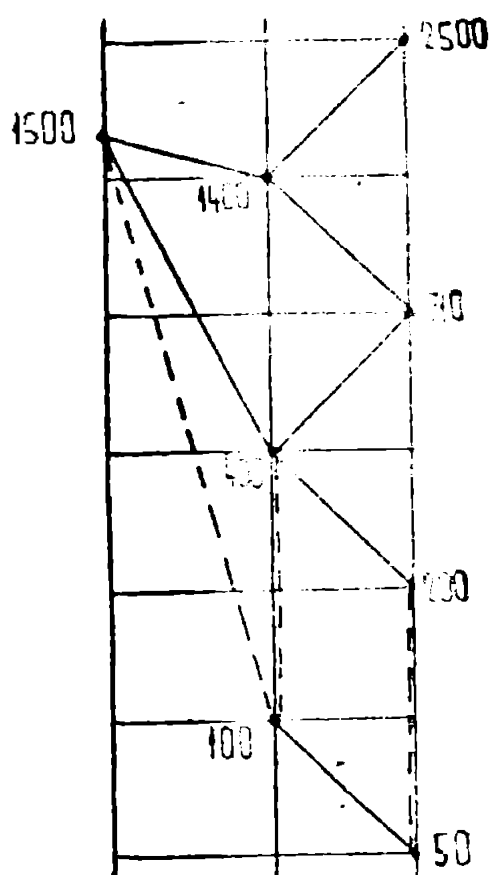


Fig. 3.17

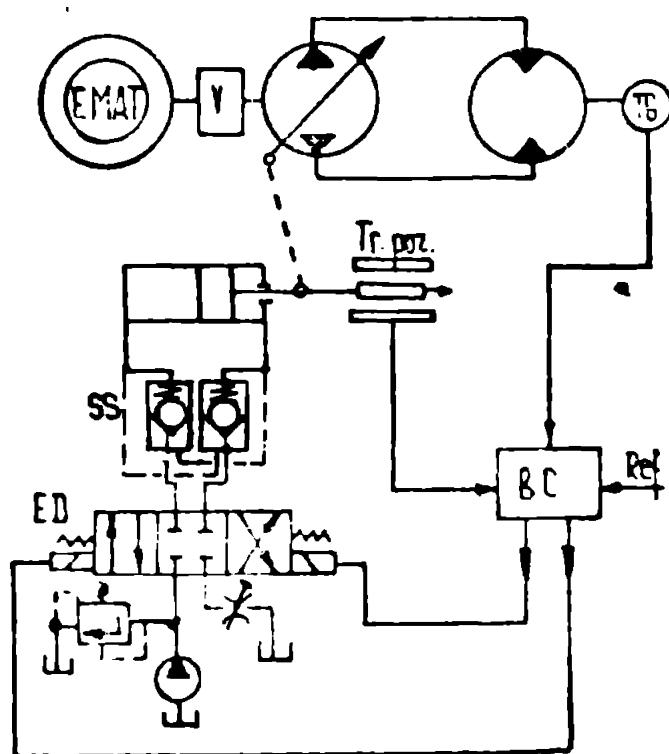


Fig. 3.18

Se alege un variator cu următoarele caracteristici [3.5] :

- puterea nominală 5,5 Kw;
- domeniul turațiilor la putere constantă 400 - 1400 rot/min;
- domeniul turațiilor la cuplu constant 40 - 400 rot/min;

- cuplu nominal 8 da. m;  
 - gabarite  $\varnothing 250 \times 250$  (fără L.A.P.);  
 - tip KO 24 - firma M&Dier - R.F.G.;  
 Domeniul de reglaj la putere constantă al variatorului, fiind 3,5 este necesară lărgirea acestuia cu o grupă deosecare, după cum se vede din fig.3.15 și fig.3.16.

Se obțin astfel domeniile:

gama I : 710 - 2500 rot/min la  $n = ct$

gama II: 50 - 710 rot/min, din care:

200 - 710 rot/min la  $n \propto ct$

50 - 200 rot/min la  $n \propto ct$

La turație minimă de 50 rot/min se asigură un moment de 16 daNm, corespunzător unei puteri: (3.16)

$$P = \frac{M \cdot \omega}{975} = \frac{16 \cdot 50}{975} = 0,82 \text{ Kw}$$

Cuplul util la  $n = ct$  trebuie să fie min. 25 daNm și din acest motiv această putere este insuficientă pentru aşchieră, astfel că turațiile mici pot fi utilizate pentru alezări de finisare, sau manevre pentru reglaj. La limite inferioară a domeniului la  $n \propto ct$  avem puterea:

$$P = \frac{16 \cdot 200}{975} = 3,3 \text{ Kw} \quad (3.17)$$

Din cele de mai sus rezultă ur-

mătoarele dezavantaje:

- domeniul de reglaj din mers și sub sarcină la  $n = ct$  este 3,5 ore este mic în raport cu alte soluții;
- domeniul de putere constantă e limitat între 200-2500 rot/min;
- în domeniul de  $n = ct$  scade puterea la valori care sînt



La limita utilizabilă pe un domeniu destul de larg:cca 4 (50 - 200 rot/min.);

- pentru început ar fi necesar importul unui astfel de variator hidraulic, iar apoi e necesară asamblarea lui în țară;

- soluția este destul de scumpă și necesită o întreținere greoaie;

- randamentul variatorului e scăzut și apar fenomene de încălzire;

- în plus, funcționarea este influențată de viscozitatea variabilă a uleiului în funcție de temperatură, ceea ce îngreunează comanda și stabilitatea construcției.

### 3.3.3. Construcții cu EMOC și a grupă acționare

Acționările cu EMOC, comandate prin convertizori cu tiristori s-au răspândit în ultima vreme în special la mașini la care se poate justifica economic această soluție destul de scumpă.

La aceste acționări se utilizează îndeosebi domeniul de reglaj supra nominal al motorului, la  $P = ct$ , prin alimentarea la indus cu tensiunea nominală, iar la inductor cu tensiune variabilă cu scăderea fluxului electromagnetic. Totodată pentru turații joase se pot utiliza la nevoie și domenii la  $\omega = ct$  respectiv subnominale, la care motorul este alimentat la indus cu tensiune variabilă, iar la inductor cu tensiunea de excitație nominală.

Convertizoarele cu tiristori sînt specializate pentru toate aceste posibilități. Motorul indigen ales pentru această acționare

[3.6] are următoarele caracteristici:

- tip MCU 132, construcție IMV - 1 (IMEB-București);
- $P = 3,9 \text{ kW}$ ;
- $n_N = 484 \text{ rot/min}$ ;
- $n_{max} = 2420 \text{ rot/min}$  (domeniul supra nominal  $\frac{n_{max}}{n_N} = 5$ )
- gabaritul 132

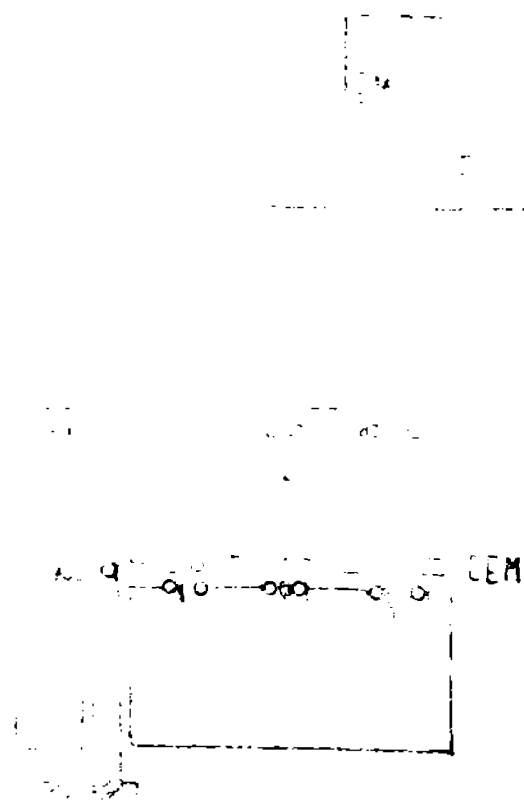


Fig. 3.19

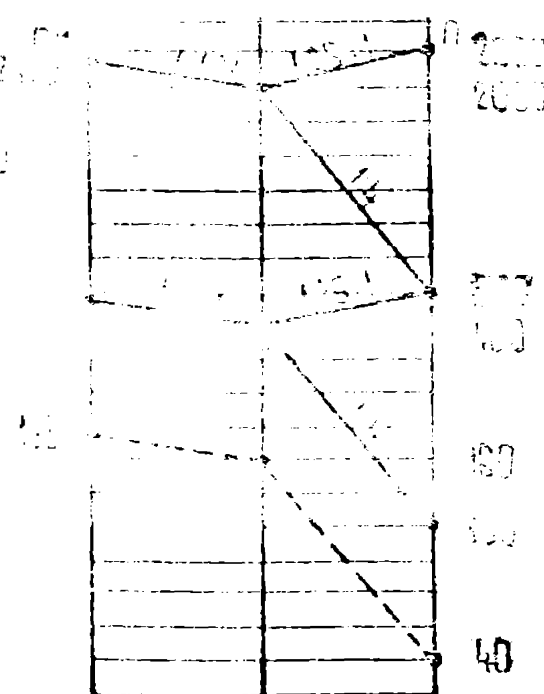


Fig. 3.20

( $\varnothing 264 \times 920$  inclusiv ventilatorul, ax  $\varnothing 30 \times 30$ , flanșă  $\varnothing 250$ )  
 - variator API -380/50-35 (variator VAKOR);  
 Schema cinematică este în fig.3.1). Iar diagrama de turații în fig. 3.20.

Din fig.3.20. rezultă următoarele domenii de reglaj ale AP:

- gama I 2500 - 500 rot/min la  $n = 0t$ ;
- gama II 500 - 40 rot/min, din care:
  - 500 - 100 rot/min la  $n = 0t$
  - 100 - 40 rot/min la  $n = 0t$

Cuplul disponibil la AP la turațiile 100 și 40 rot/min:

$$M_{100} = 975 \frac{k}{n} \eta = 975 \cdot \frac{3,9}{100} \cdot 0,75 = 28,5 \text{ daNm} \quad (3.18.)$$

care este suficient iar puterea utilă AP la turația 25 este:

$$P_{40} = \frac{M \cdot n}{975} = \frac{28,5 \cdot 40}{975} = 1,17 \text{ kW} \quad (3.19.)$$

Această acționare cu MCC satisface condițiile constructive ale MCP, iar din punct de vedere al construcției mecanice și hidraulice este cea mai simplă.

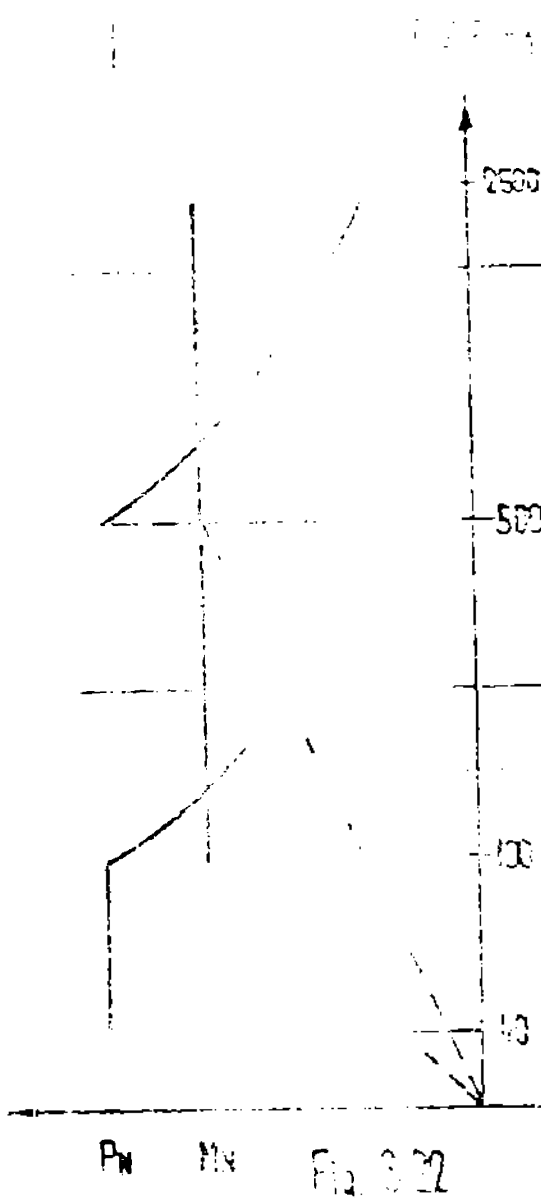
Din punct de vedere electric este încă cea mai complexă, iar prețul ei este cel mai ridicat. Introducerea pe mașină a acestei MCP, ridică prețul mașinii cu cea. 350.000 lei - parte electrică, din care se scad alte costuri care nu mai sînt necesare, în valoare de cea. 40000 lei, deci o creștere netă de cea. 310.000 lei (exclusiv pentru MCP), din care în mare parte materiale deficitare.

Ce avantaje se pot menționa: comutarea reglajelor regimurilor tranzitorii, timp de răspuns reduși, durate tranzitorii scurte (care, pentru reglaj din mers și sub sarcină, nu sînt necesare să fie la minim). Din acest motiv, acționarea cu MCC este mai recomandabilă pentru mașini la care mai există și alte funcțiuni (în afară de reglajul turației din mers și sub sarcină) și care necesită acționare cu MCC și buclă închisă prin tahogenerator: de exemplu la centre de prelucrare, la care există funcțiunile:

- poziționare unghiulară a arborelui principal;
- filetare prin push - ceder

Faptul că e-se ales un motor din seria MCU, este legat de condițiile speciale de utilizare, într-o altă motoare din seria MCU sînt deținute special pentru acționări principale de mașini unelte și sînt definite prin factorul de formă:

$$f = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}}{\frac{1}{T} \int_0^T i dt} \leq 1,05 \quad (3.20.)$$



În cazul motorului a.c., caracteristica motorului este prezentată în fig. 3.21. iar caracteristica ACP în fig. 3.22.

Exemplu de ACP cu EMCC dar fără grupă succesoare utilizate la SCA-uri pentru rectificare este prezentat în [1.7.] iar pentru frezare sau găurire [2.40.].

### 3.3.4. Construcții cu grup generator motor

Aceste construcții au început să fie înlocuite la ore actuală cu cele realizate cu EMCC, comandat prin convertizori cu tiristori combinat cu o grupă succesoare cu roți dințate, ce fiind mai fiabile și având o comportare mai bună în exploatare. Pe de altă parte, automatizarea se pretează mai bine pe această din urmă, atât în ceea ce privește implementarea echipamentelor NC, cât și a CA. Totuși evind în vedere că aici au o răspundere destul de largă la mașini până la nivelul anilor 1970-71, le menționăm aici doar ca posibilitate de utilizare. Aplicarea construcțiilor cu grup generator motor Ward-Leonard în scopul ACP pentru comenzi adaptive în speță, este exemplificată în lucrarea [1.6.].

### 3.3.5. Construcții cu EMAR și convertizor de frecvență

La acționarea cu estfel de motoare se utilizează convertizoare de frecvență comandate prin tiristori, care în prezent sînt în curs de asimilare în țară. Aplicațiile clasice ale acestor tipuri de acționări sînt cele pentru prelucrarea materialelor ușoare: aluminiu, duraluminu, aliaje ușoare, lemn, materiale plastice. Din acest motiv acestea sînt destinate în special pentru industria aviației, prelucrării lemnului, găuririi sau rectificării interioare cu diametre mici etc.

Aceste tipuri de acționări s-au răspândit în special pentru aplicațiile menționate mai sus, dintr-o serie de motive tehnice.

care le limitează domeniul de aplicație. Astfel, putem menționa:

A - EMAT-ul are construcție specială, pentru acest scop și la ora actuală se aduce din import pentru aplicațiile la care se solicită ACP soluționată cu EMAT și convertizor de frecvențe. Astfel pentru prelucrerea aluminiului și a aliajelor sale din industrie aviatică, EMAT-ul conține următoarele funcțiuni speciale:

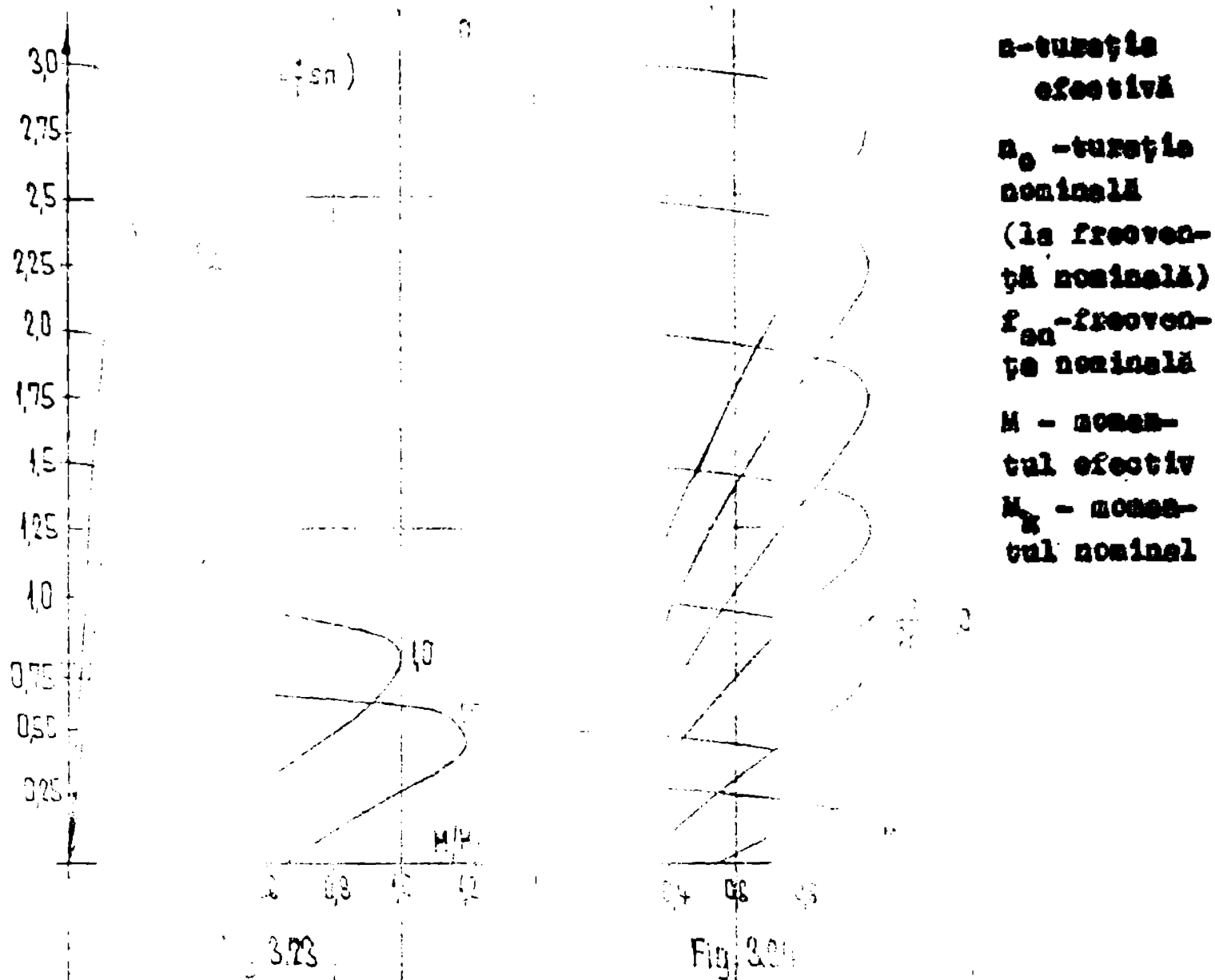
- domeniul de turații permis de lăgăruire și sistemul de ungere special al lagărelor, ajunge la 6000 rot/min.
- arborele principal port-scule este inclus în arborele motorului, motiv pentru care lăgăruirea trebuie să preia eforturile de apăsare și să asigure precizia și silențiozitatea cerută de această funcțiune. Fixarea sculelor în conul activ al arborelui se face cu mandrine cu bușe elastice, sau cu un sistem de fixare rapidă a sculei prin tragere prin interiorul arborelui.
- motorul are o construcție care permite turații înalte și este echilibrat dinamic.
- carcasa exterioră are o formă aparte, ce constituind capul de lucru al mașinii. Aceasta asigură totodată și rădăcină adecvată.
- lipsește grupa succesoare după grupa de bază realizată de EMAT.

De obicei aceste EMAT-uri au o construcție specială pentru fiecare aplicație în parte și în general nu sînt motoare standard.

B - Convertizoarele de frecvență cu tiristori asigură o variație frecvenței în limite necesare, cit și variația tensiunii de alimentare pentru ca urile de combinare a celor doi parametri la acționări pretențioase. În Fig. 3.23. sînt redată caracteristicile mecanice artificiale ale motorului la variația frecvenței, iar în Fig. 3.24. în cazul păstrării cuplului critic constant. Aceste convertizoare cu performanțe ridicate încă nu sînt asimilate în țară.

S-ar putea obține modalitățile de reglare prezentate în tabelul alăturat [3.7]:

Caracterul de variație a cuplului rezistent cu turația		$\frac{\omega_2}{\omega_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$	$\frac{U_{a2}}{U_{a1}}$
1. Invers proporțional	$\omega_r = K \cdot \frac{1}{\omega_s}$	$\frac{r_{a2}}{r_{a1}}$	const	$\sqrt{\frac{r_{a2}}{r_{a1}}}$
2. Constant	$\omega_r = \omega_s$	1	$\frac{r_{a2}}{r_{a1}}$	$\frac{r_{a2}}{r_{a1}}$
3. Direct proporțional	$\omega_r = K \cdot \omega_s$	$\frac{r_{a2}}{r_{a1}}$	$\left(\frac{r_{a2}}{r_{a1}}\right)^2$	$\left(\frac{r_{a2}}{r_{a1}}\right)^{3/2}$
4. Parabolic	$\omega_r = K \cdot \omega_s^2$	$\left(\frac{r_{a2}}{r_{a1}}\right)^2$	$\left(\frac{r_{a2}}{r_{a1}}\right)^3$	$\left(\frac{r_{a2}}{r_{a1}}\right)^2$



Cazul prezentat în fig.3.23. corespunde cu cazul 2 din tabel la cuplu constant.

$f_s$  - frecvența de alimentare;

$f_{s1}, f_{s2}$  - frecvențele de alimentare pentru 2 cazuri consecutive;

Cazul cel mai general pentru așchiere este cel de utilizare a ACP la putere constantă, deci cazul 1 din tabel, pentru care este necesară și realizarea alimentării cu tensiuni în raportul:

$$\frac{U_{s2}}{U_{s1}} = \sqrt{\frac{f_{s2}}{f_{s1}}} \quad (3.21)$$

Aceste tipuri de ACP, în stadiul actual sînt scumpe și necesită importuri și materiale deficitare. În plus, datorită abaterilor de la forma sinusoidală a tensiunii, viteza și cuplul au o formă ondulatorie, care în special la viteză mică ale motorului, au o influență negativă asupra funcționării mașinii.

### 3.3.6. Construcții cu HMR și o grupă succesoră

Aceste construcții cuprind o grupă de bază compusă din HMR și o grupă succesoră pentru realizarea domeniului necesar la



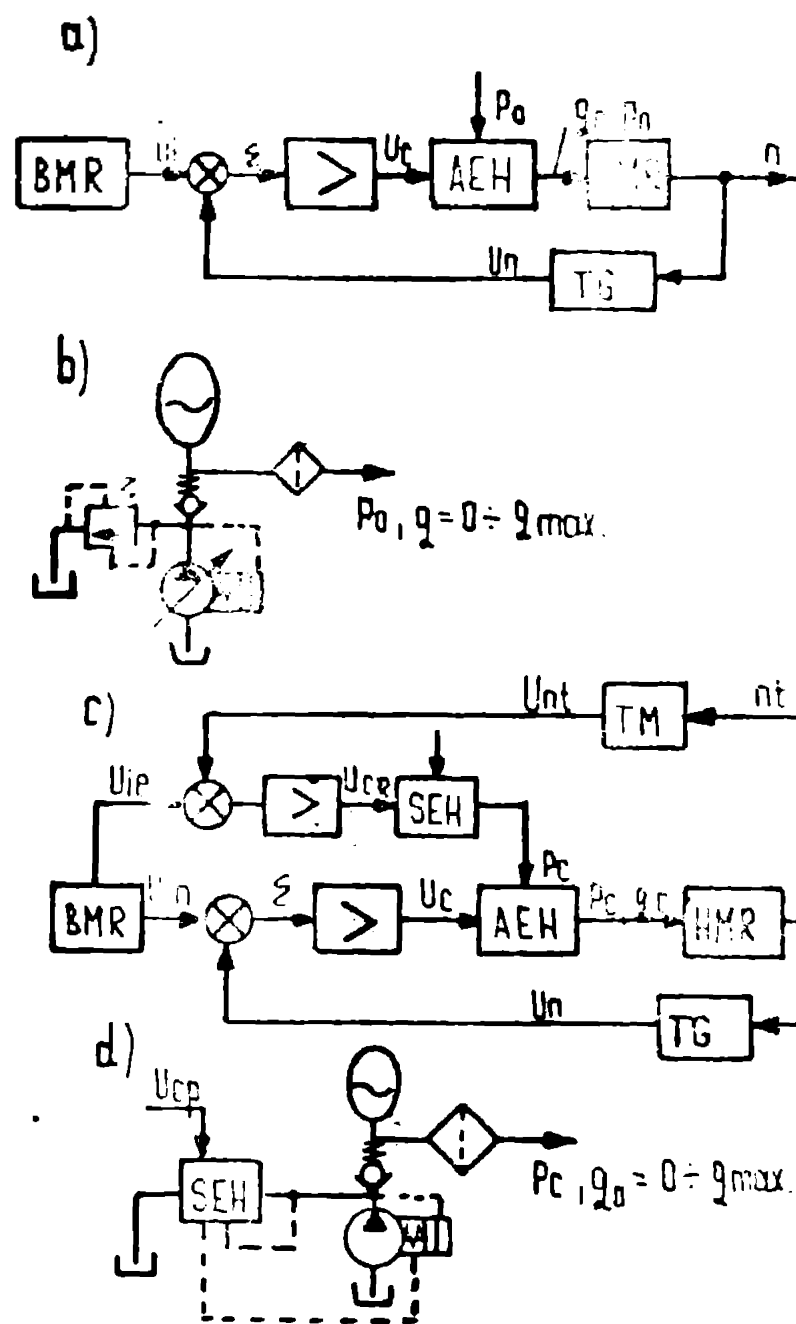


Fig. 3.25

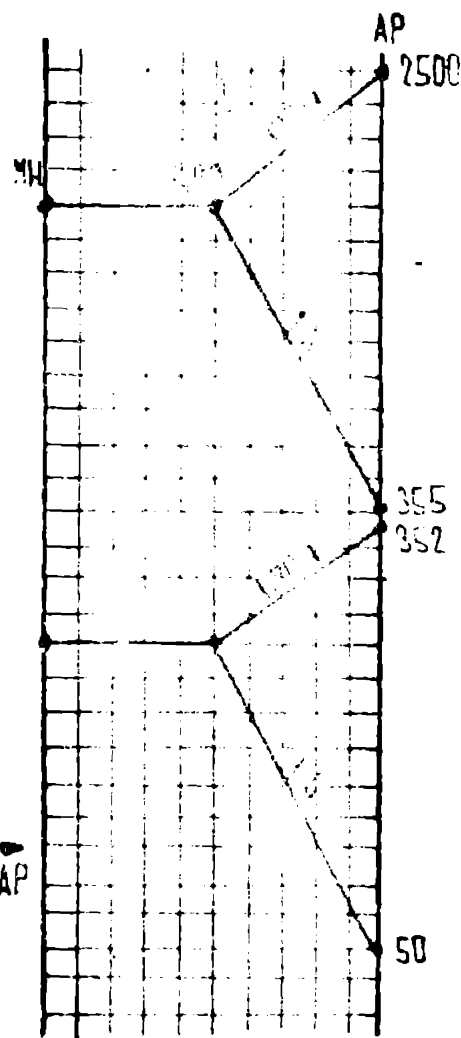


Fig. 3.26

arborele principal.

Variația curentului de ieșire din MMR se face prin reglajul debitului de ulei, iar cuplul se reglează cu ajutorul presiunii.

Reglajul acestor parametri se poate realiza cu ajutorul elementelor hidraulice proporționale:

- electrovalve proporționale pentru reglajul debitului (AEH)
- supele proporționale de reglare a presiunii (SEH)

Utilizarea acestor elemente este destul de răspândită, iar firme specializate oferă astfel de elemente [3.8]. Exemple de aplicații pentru astfel de reglaje sînt prezentate în lucrările [1.5], [2.38], [3.7], [3.10], [3.11].

Exemplu de realizare a unui ACI pentru mașina de pîrîit este prezentat în Fig. 3.25, iar diagrama de curăți în Fig. 3.26, în patru variante constructive.

Schema cinematică pentru grupe succesoare corespunde cu fig.5.14. cu deosebirea că în loc de EMOC avem HMR care are rolul de grupă de bază.

Tipul de HMR indigen, fabricat la I.M.Flepeni este de 716 Ex-25<sup>o</sup>, avind pistonase axiale și cilindree fixă 28,2 cm<sup>3</sup>/rot., unghiul de 25<sup>o</sup> s-a ales pentru a obține un cuplu ridicat, care poate fi de max.6,7 daN la 150 st. și respectiv 5,35 daN la 120 st.

Dacă vom utiliza 5,35 daN m la 120 st și vitezele de 2000-1420 rot/min, pentru care corespund debitele 5,64 + 40 l/min, se poate obține cuplul maxim disponibil pentru aşchiere:

$$M_{t \text{ ag}} = 5,35 \cdot 4 \cdot 0,9 = 19,26 \text{ daN m}$$

Acosta înălțime fiind prea mică, necesită utilizarea la presiunea max.:

$$M_{t \text{ max}} = 6,7 \cdot 4 \cdot 0,9 = 24,12 \text{ daN m}$$

Utilizarea permanentă a instalației la  $p_{\text{max}}$  ar duce la uzura pompei și hidromotorului, fapt pentru care e necesară bucla de reglare a presiunii la valoarea necesară în momentul respectiv.

În fig.3.25. avem următoarele situații:

a.) reglarea debitului cu A.H., alimentat cu presiunea  $p_0$  a pompei, și tensiunea de comandă  $u_0$ , pentru obținerea turației  $n = K \cdot u_0$ ;

b.) panoul hidraulic, avind pompă variabilă 716 Bz și regulator hidraulic B 1120 pentru anularea debitului la lipsa consumatorilor, utilizat în cazul a.;

c.) reglarea debitului cu A.H. și a presiunii cu S.H. în funcție de  $n$  și respectiv  $M_t$  pentru obținerea turației  $n = K \cdot U_{10}$  și momentului  $M_t = K \cdot U_{10}$ ;

d.) panoul hidraulic, avind pompă variabilă 716 Bz și regulator hidraulic comandat prin diferența de presiune dată de S.H., utilizat în cazul c.

Panoul hidraulic pentru cazul b, este livrat de Balanța Sibiu, avind codul 6519.627.000 cu un motor de 11 Kw.

Rendamentul la turații mari este:

$$\eta = \eta_I \cdot \eta_{II} = \frac{5,35 \cdot 1420}{11} \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,366$$

iar la turații mici:

$$\eta = \frac{6,7 \cdot 200}{11 \cdot 0,65} \cdot 0,8 = 0,154$$

Acoste randamente mici sînt principalul dezavantaj al construcției.

În plus, instalația nu asigură putere constantă, fiabilitatea este redusă datorită solicitării instalației hidraulice la pu-

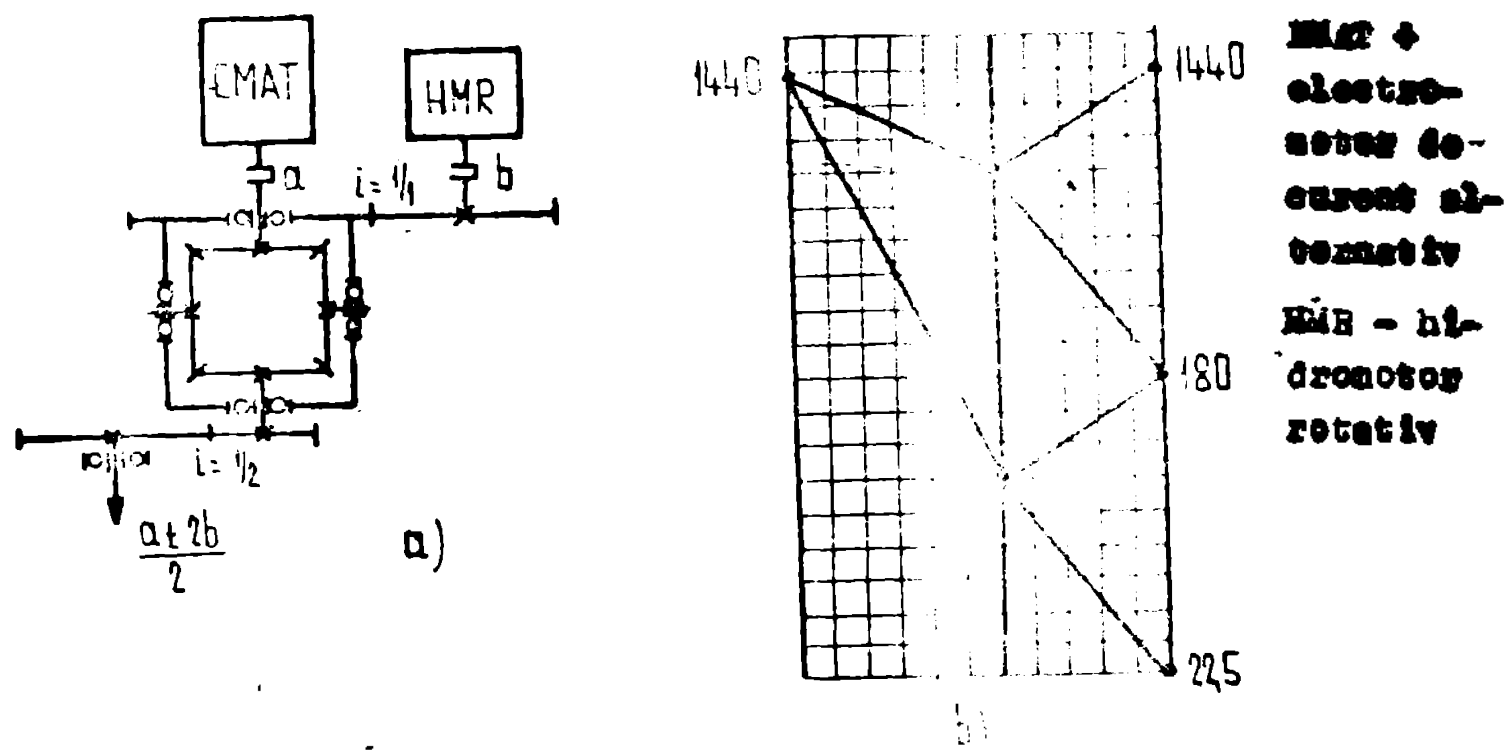


Fig. 3.27

rea maximă și variației vâscozității uleiului cu temperatura.

O situație mai bună se obține la grupa de bază prin combinarea cu un mecanism sumator, a turațiilor unui EMAT principal de turație constantă și a unui HMR cu turație variabilă, acesta din urmă fiind utilizat în situație de frică (pompa), respectiv de motor coegste în funcție de sensul de rotație.

Caz similar, având EMAT și HMR cu mecanism sumator, la care HMR e utilizat în regim de motor, este prezentat de [3.2.].

În cazul de față, schema cinematică e prezentată în fig. 3.27.a. pentru grupa de bază.

În regim de pompă, turația de ieșire este:

$$n = \frac{a}{2} - b \tag{3.22}$$

iar în regim de motor :  $n = \frac{a}{2} + b \tag{3.23}$

în care a: - turația de la EMAT

b: - turația de la HMR

Se obține următoarele domenii de reglaj:

a	b	$n = \frac{a}{2} - b$	$n = \frac{a}{2} + b$	$\Delta (1/min)$
1440	630	10		- 17,8
1440	0	720	70	0
1440	1800		1800	+ 30,2
720	270	90		- 7,61
720	0	360	360	0
720	1440		1800	+ 40,6

Debiturile sînt calculate pentru  $n = 716 \text{ } \mu\text{s} - 8000 \text{ de la}$

I.M. Flopeni.

Domeniile de reglaj obținute se pot lărgi cu grupă succesoră ca în fig. 5.14. Prin această însumare în mecanism sumator, eportul de putere al HMR se reduce la cea. 1/3 din puterea totală, aceasta prin reducerea presiunii de alimentare. La turațiile mici, la care cuplul e mare, HMR e utilizat în regim de pompă, deci nu are nevoie de alimentare cu presiune mare de ulei.

La turații mari, la care HMR e utilizat în regim de motor, presiunea necesară e cea. 1/3 din cea nominală deoarece cuplul e redus.

În cazul în care se utilizează exclusiv funcționarea HMR în regim de pompă, cu domeniul 90 - 720 rot/min la ieșirea din grupa de bază, prin combinarea cu grupa succesoră, se obține diagrama de turații din fig. 3.27.b. Debitul maxim de 17,8 l/min. la presiune mică, poate fi asigurat de un panou hidraulic mic, având un motor de 3 kW, înădrosat la jumătate din putere. Un astfel de panou este tipul de la "Balanta" Sibiu nr. 6519.825.000.

$$\text{Rendamentul total este: } \eta = \frac{P_H}{P_0} = \frac{4 - 3 + 0,5}{3 + 3 + 0,5} = 0,455$$

Domeniul de turații este destul de mic, în special privind turațiile înalte.

### 3.3.7. Construcții cu sisteme de urmărire rotativă (cu amplificator hidraulic de cuplu)

Aceste sisteme de urmărire au o grupă de bază formată dintr-un servomotor de comandă de curent continuu care dă valoarea de referință a turației, elementul de comparație a turației de ieșire de la reacție inversă mecanică cu turația de referință, amplificatorul hidraulic de cuplu, sursa de energie hidraulică.

Principial, aceste sisteme se aseamănă cu cele de la 3.3.6, cu deosebirea că elementul de comparație este hidraulic, mărimea de referință este dată sub formă de turație a servomotorului de comandă, iar reacția inversă de la amplificatorul de cuplu este mecanică.

Elementul de comparație este sertarul de urmărire SU, care are două elemente mobile având turații sau deplasări provenind de la servomotorul de comandă SMC, și respectiv amplificatorul de cuplu AH. Prin poziția relativă a acestor elemente mobile se realizează comparația dintre  $n_1$  și  $n_0$ , rezultatul comparației fiind mărimea factorului de comandă la AH.

În regim staționar  $n_0 = n_1$ , dar puterea la ieșire este amplificată prin cuplu:  $M_{T_0} = K_A \cdot M_{T_1}$  (3.24.)

Factorul de amplificare  $K_A$  este asigurat de la sursa de alimentare cu energie hidraulică a amplificatorului hidraulic AH, respectiv panoul hidraulic.

Schema bloc este dată în fig.3.28.a. Performanțele sînt similare cu cele de la cazul comenzii HMR prin amplificator electrohidraulic AEH cu reglaj proporțional al debitului.

Cazul cel mai avantajos de utilizare a sistemelor de urmărire rotative cu amplificator hidraulic de cuplu corespunde cu cel prezent în fig.3.27.a. iar diagrama de turații cu fig.3.27.b. pentru utilizarea în regim de frînă și domenii de turații ca la pot. 3.3.6.

Pot fi utilizate practic orice tip de amplificator hidraulic de cuplu care să asigure domeniile de turații solicitate, respectiv 0-630 rot/min pentru exemplul din fig.3.27.

Acesta are avantajul că pot fi utilizate ambele senzori de rotație ale AH pentru un singur sens la HMT, obținându-se o lărgire a domeniului de turații fără să se mărească debitul de ulei de la sursa de alimentare.

Exemple de amplificatoare hidraulice de cuplu pot fi:

- avînd pistonaje axiale, furnizor Siemens-Fanuc [3.1], [3.4]
- avînd pistonaje radiale, furnizor Siemens-Fanuc [3.1], [3.4]
- avînd pistonaje radiale și camă centrală, furnizor K.Forest [3.1], [3.4]
- avînd motor orbital, furnizor Danfoss [3.1]

În fig.3.20.b. este prezentată diagrama de turații ce se poate obține la același debit de pompă de 17,8 l/min ca la cazul de la pot.3.3.6., lărgirea domeniului bazîndu-se pe utilizarea ambelor senzori la AH pentru un singur sens la HMT, iar însumarea făcîndu-se în baza relațiilor (3.22) și (3.23).

a	b	$n = \frac{a}{2} - b$	$n = \frac{a}{2} + b$	Q (l/min.)
1440	630	90		- 17,8
1440	0	720	720	0
1440	630		1350	+ 17,8

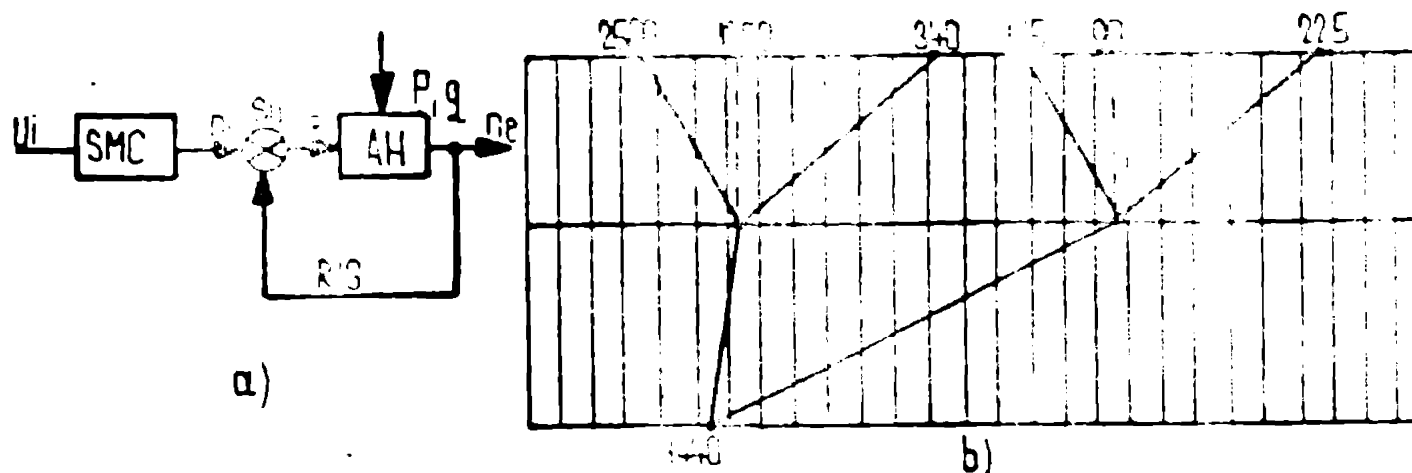


Fig. 3.23



Dezavantajele construcției constau în faptul că amplificatorul hidraulic rotativ este din import, iar costurile sînt ridicate. Randamentul este ca și la pot. 3.3.6., adică redus.

### 3.3.8. Construcții cu EMCC de cuplu constant și mecanisme sumator în grupa de bază

La aceste construcții, schema cinematică a grupeii de bază corespunde cu cea din fig. 3.27.a., la care în loc de HMR avem EMCC de cuplu constant. Schema cinematică pentru grupa succesoră este cea din fig. 3.19., care în loc de EMCC de putere constantă are o grupă de bază ca mai sus. Diagrama de turații ce se obține este cea din fig. 3.28.b. la care domeniul de reglaj al EMCC de cuplu constant este  $\pm 630$  rot/min ca și la pot. 3.3.7.

Motorul de curent continuu ce trebuie ales este SMUC-55 produs de "Electromotor" Timișoara, acționat cu variatorul cu tiristori CMBR 12 E4.

Intrucît turația nominală este 500 rot/min, care e mai mică decît cea necesară de 630 rot/min, este necesar ca să alimenteze motorul cu o tensiune cuprinsă în intervalul  $U_{nom} - U_{max}$ , respectiv 115 + 270 V.

Motorul SMUC - 55 are statorul echipat cu magneti permanenți, astfel că el este alimentat la perile indusului cu tensiune variabilă. În intervalul subnominal, reglajul este la cuplu constant, iar în intervalul  $n_N + n_{max}$  (respectiv 550 - 1200 rpm) cuplul scade de la  $M_N$  la  $M_{ta}$ , respectiv de la 55 N m la 23 N m la putere constantă.

Cuplul motorului la turația 630 rot/min este:

$$M_{630} = \frac{M_N \cdot n_N}{630} = \frac{55 \cdot 500}{630} = 43,6 \text{ N m}$$

$$\text{Puterea la } n_N \text{ este: } P_N = \frac{M_N \cdot n_N}{9750} = \frac{55 \cdot 500}{9750} = 2,82 \text{ Kw}$$

$$\text{Puterea la } n_{max} \text{ este: } P_{n_{max}} = \frac{M_{ta} \cdot n_{max}}{9750} = \frac{23 \cdot 1200}{9750} = 2,82 \text{ Kw}$$

$$\text{Puterea acționării este: } P = (P_{EMAF} + P_{EMCC}) \cdot \eta_{mec} = (4 + 2,62) \cdot 0,70 = 4,4 \text{ Kw}$$

O astfel de acționare are randamente și putere acceptabile, domeniul de reglaj suficient.

Dezavantajul constă în costurile ridicate și utilizarea unor materiale deficiente dar de fabricație indigenă.

Față de ACP cu EMCC de putere constantă ca la pot. 3.3.3., costurile se prezintă astfel:

- costurile părții electrice 210.000 lei;
- costurile care se scad din acționarea convențională ca nemăfiind necesare : 40000 lei
- creșteri nete față de acționarea convențională 170.000 lei.
- procentaj al creșterii nete față de acționarea convențională:

55 % din creșterile nete ale ACP cu EMCC de putere constantă.

### 3.4. Analiza soluțiilor posibile pentru ACP cu reglaj în trepte

Cum s-a mai menționat, realizarea reglajului în trepte al turației din mers și sub sarcină este posibil în condiția existenței simultane a reglajului continuu al avansului.

#### 3.4.1. Cutii de viteze cu fluxuri paralele

În fig.3.29. este prezentată schema cinematică a ACP în trepte, în fig.3.30.c. este schema bloc, iar în fig.3.30.a și fig. 3.30.b. diagrame de turații în 2 variante [3.1].

Această ACP se caracterizează prin următoarele:

- construcție modulară, utilizând aceleași distanțe între axe și nefolosind carcasa păpușii ca reper de la GF 45;
- motorul de acționare EMAT se află situat pe platforma superioară a meșinii;
- acționarea conține 2 grupe succesive identice așezate pe 2 ramuri paralele ale lanțului cinematic conf. fig.3.30.c. legate la capete prin 2 mecanisme sumatoare și având 2 perechi de frine electromagnetice (FEM) la capetele celor 2 ramuri paralele. Pe una din ramuri se află un raport  $i_r$  care realizează o decalare a valorilor turațiilor ce provin de la cele 2 ramuri paralele ale lanțului cinematic;
- prin acționarea succesivă a perechilor de frine electromagnetice, astfel ca să se blocheze mișcarea pe una sau alta din ramuri (prin frinele de la capătul ramurii respective), se realizează bascularea mișcării de pe o grupă succesivă pe cealaltă. În regim staționar se transmite prin una din ramurile paralele ale lanțului cinematic, cealaltă ramură fiind blocată de frinele de la capetele ei. Pe ramura la care mișcarea este blocată se pot schimba pozițiile beldorilor comandanți hidraulici, în vederea pregătirii acestora corespunzător cu noua valoare de turație care urmează să se basculeze pe ramura respectivă;
- frinele electromagnetice de la capetele posterioare ale fiecărei ramuri paralele pot fi înlocuite prin frine unidirecționale (FUD), care sînt autoconducute prin sens, iar comanda basculării se va face în acest caz numai prin frinele electromagnetice de la capetele anterioare ale ramurilor conf. fig.3.30.d. [3.12].
- construcția conține 34 roți dințate, din care 20 repere diferite, 5 axe, 19 lățimi de roată, 5 elemente electromagnetice;
- regimul transitoriu de basculare a turației de pe o ramură pe alta se efectuează prin eliberarea-frinelor electromagnetice de



repeas), iar apoi acționarea frinelor electromagnetice de la cealaltă ramură în vederea blocării acestora din urmă,

- construcția permite salturi de turații în tot domeniul, crescătoare sau descrescătoare, peste orice număr de intervale, salturile peste un număr impar de intervale de turații se face direct la noua valoare de turație. Salturile peste un număr par de intervale, respectiv pe aceeași grupă succesivă, se fac printr-un salt intermediar cealaltă grupă succesivă la turația imediat apropiată celei finale. În acest caz regimul tranzitoriu este cel mai lung și cuprinde 2 salturi, totalizând cea. 4 sec. ca durată;

- diagramele de turații din fig. 3.30. prezintă două variante;

a. - EMAT cu turațiile 750/1500 rpm, 15 valori de turații la ieșire și avind o rație neconstantă în intervalul 63-2500 rot/min;

b. - EMAT cu turațiile 1000/1500 rpm (motorul din import), 16 valori de turații la ieșire și rație constantă în intervalul 60-2500 rot/min;

- pe timpul tranzitării și osculării, când toate frânele sînt deblocate, turația de ieșire este medie aritmetică a turațiilor de la cele 2 grupe succesive:

$$n_0 = \frac{n_I + n_{-I}}{2} \quad (3.25)$$

Dezavantajul acestei ACF constă în numărul mare de roți dințate, construcție greoaie și aglomerată, preț relativ ridicat.

O altă soluție pentru ACF în trepte, avind baladori comandate hidraulic și regimuri tranzitorii comandate prin ON și OFF, este prezentată ca schemă cinematică în fig. 3.31.a. iar diagrame de turații în fig. 3.31.b. [3.1].

Schemă cinematică a grupelei de bază conține 2 ramuri paralele:

- o ramură formată dintr-un arbore de legătură directă la EMAT și care are 2 trepte de turații fixe egale cu ale motorului;
- o ramură formată dintr-o subgrupă de bază, care asigură 4 rapoarte din care 2 pozitive și 2 negative (sensuri de rotație dif.)

Cele 2 ramuri paralele sînt unite la un capăt printr-un cuplaj electromagnetice EM, iar la celălalt printr-un mecanism sumator.

În timpul tranzitării de salt al turației, mișcarea de la EMAT se transmite prin arborele de legătură la mecanismul sumator cu raportul de 1:1, iar pe cealaltă ramură paralelă a lanțului cinematic mișcarea este oprită în vederea schimbării poziției baladorilor acționați hidraulic.

În mecanismul sumator, mișcarea de la subgrupa de bază poate între cu sens + sau -, în funcție de sens, astfel că ea se însumează sau se scade la turația constantă de la ramura paralelă (directă).

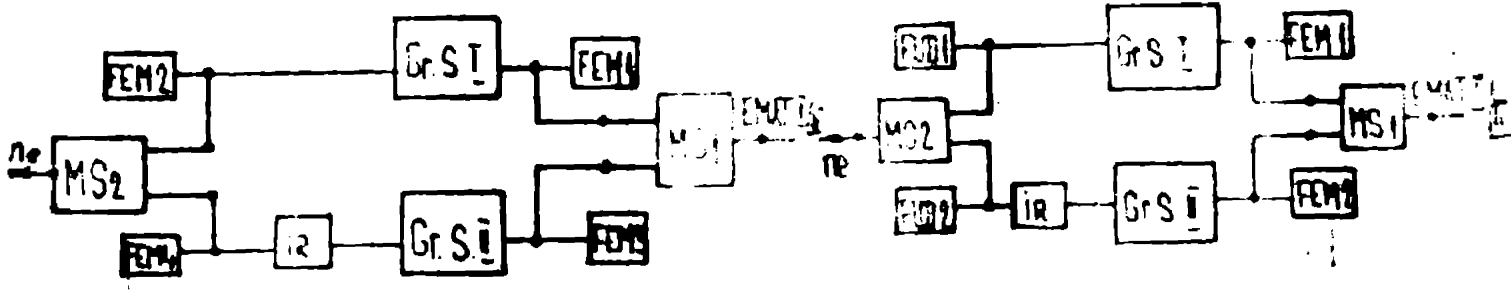


Fig. 3.30.c

Fig. 3.30.d

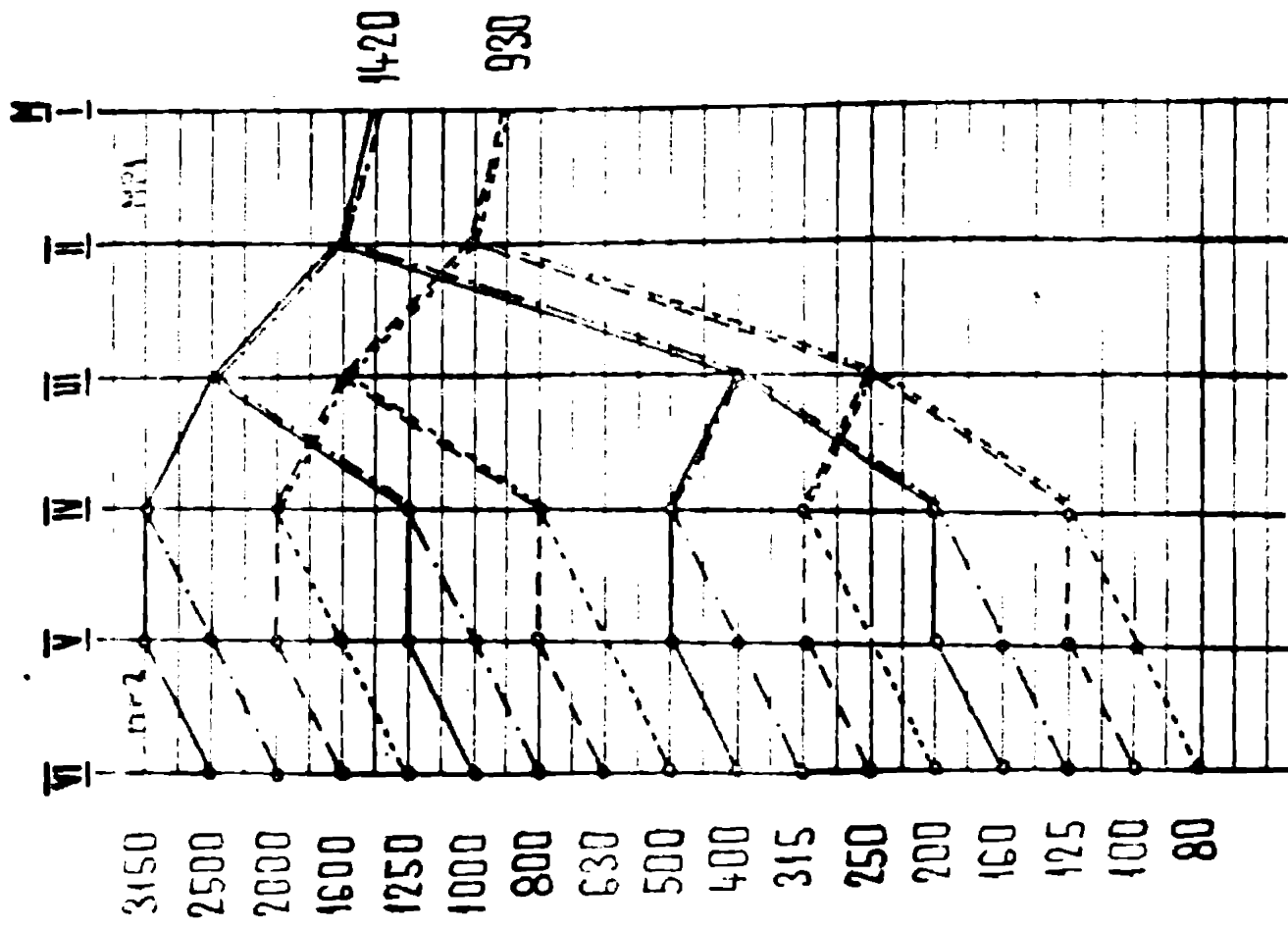


Fig. 3.30 b

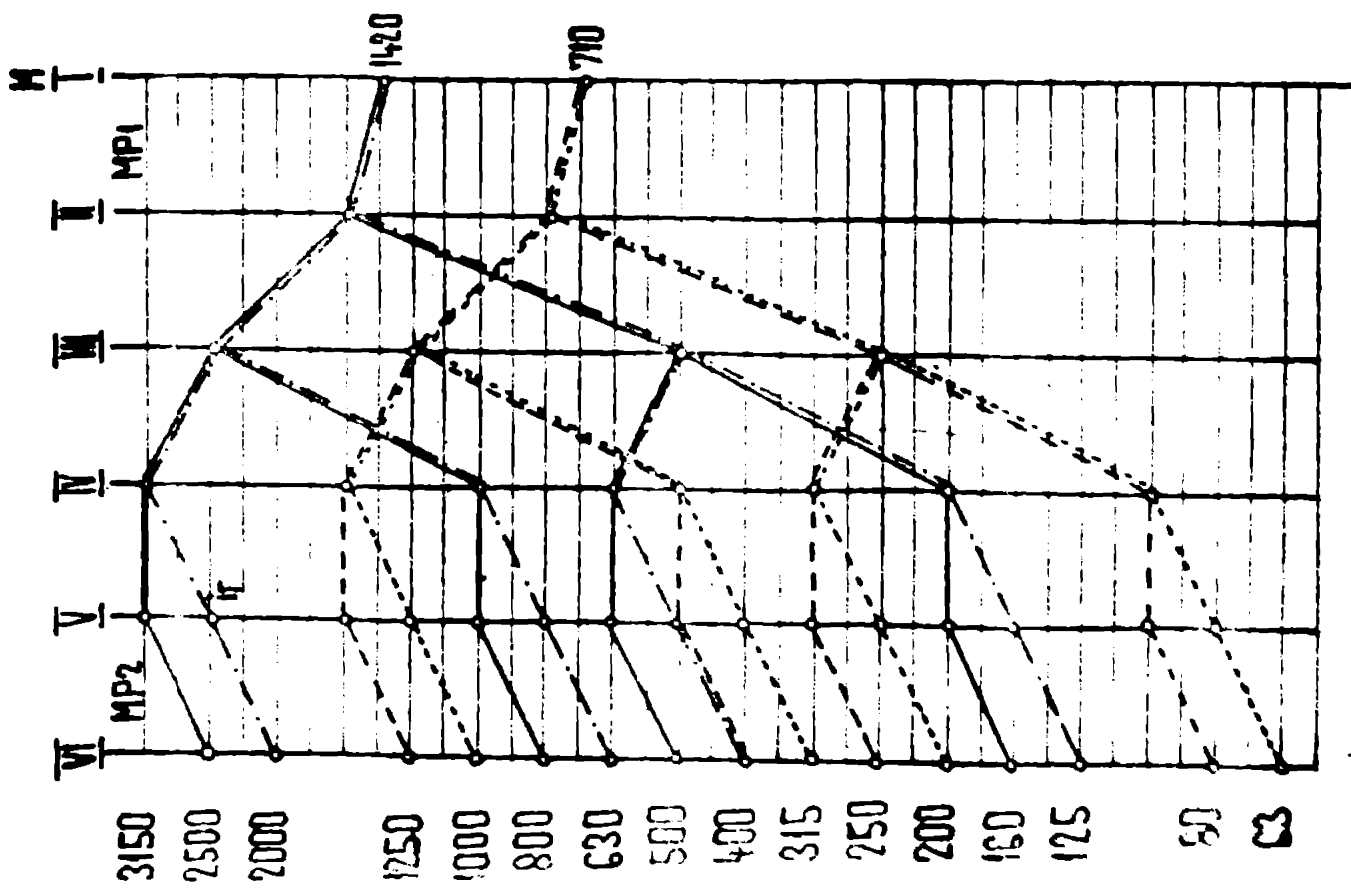


Fig. 3.30 a



La fiecare turație de la SMAF, corespund 4 turații de ieșire din grupa de bază și o turație pentru regimul tranzitoriu. Motorul are 2 turații, iar la ieșirea din grupa de bază se obțin 8 turații pentru regim de lucru și 2 turații pentru regim tranzitoriu.

Turația de ieșire din grupa de bază este:

$$n_e = \frac{n_m (1 \pm i_{sb})}{2} \cdot i_c \cdot \frac{2}{1} = n_m (1 \pm i_{sb}) \cdot i_c \quad (3.26)$$

în care:  $n_m$  - turația motorului;

$i_{sb}$  - raportul transmis de subgrupa de bază;

$i_c$  - raportul constant al ADF;

În regim tranzitoriu, când subgrupa de bază este oprită,  $i_{sb} = 0$

$$n_{tr} = n_m \cdot i_c \quad (3.27)$$

Pentru extinderea domeniului de turații există o grupă succesoră care asigură 2 game a câte 8 trepte fiecare, existând posibilitatea salturilor de turații din mers și sub sarcină în cadrul limitat al fiecărei game în parte. În fig. 3.31.0. se vede modul de realizare a salturilor de turație pe treptele intermediare de valori destinate regimului tranzitoriu.

Astfel salturile posibile sînt redată în tabelul de mai jos:

inițial		interm.		final		inițial		interm.		final	
315	630	500	1250	1000	1250	630	315				
-	-	630	1250, 630	1250	630	500					
	630	1000	1250	1600	630, 1250	630					
	630, 1250	1000	1250	2500	630	800					
	630	1250	800	630	315	630, 1250	1000				
	630, 1250	1600	630	500	630, 1250	1600					
	630, 1250	2500	630, 1250	630	-	2500					
500	630	315	630, 1250	1000	1600	1250, 630	315				
	630, 1250	630	630	1250	1250, 630	500					
	630	800	-	1600	1250	630					
	-	1000	630, 1250	2500	-	800					
	630	1250	1000	1250, 630	315	1250	1000				
	630, 1250	1600	-	500	1250, 630	1250					
	630, 1250	2500	1250	630	1250	2500					
800	-	315	1250, 630	800	2500	1250, 630	315				
	1250, 630	500	1250, 630	1250	1250, 630	500					
	1250, 630	800	1250	1600	1250	630					
			1250	2500	1250, 630	800					
					-	1250					
					1250	1000					

Aceste salturi intermediare constauc dintr-unul din dezavoa-



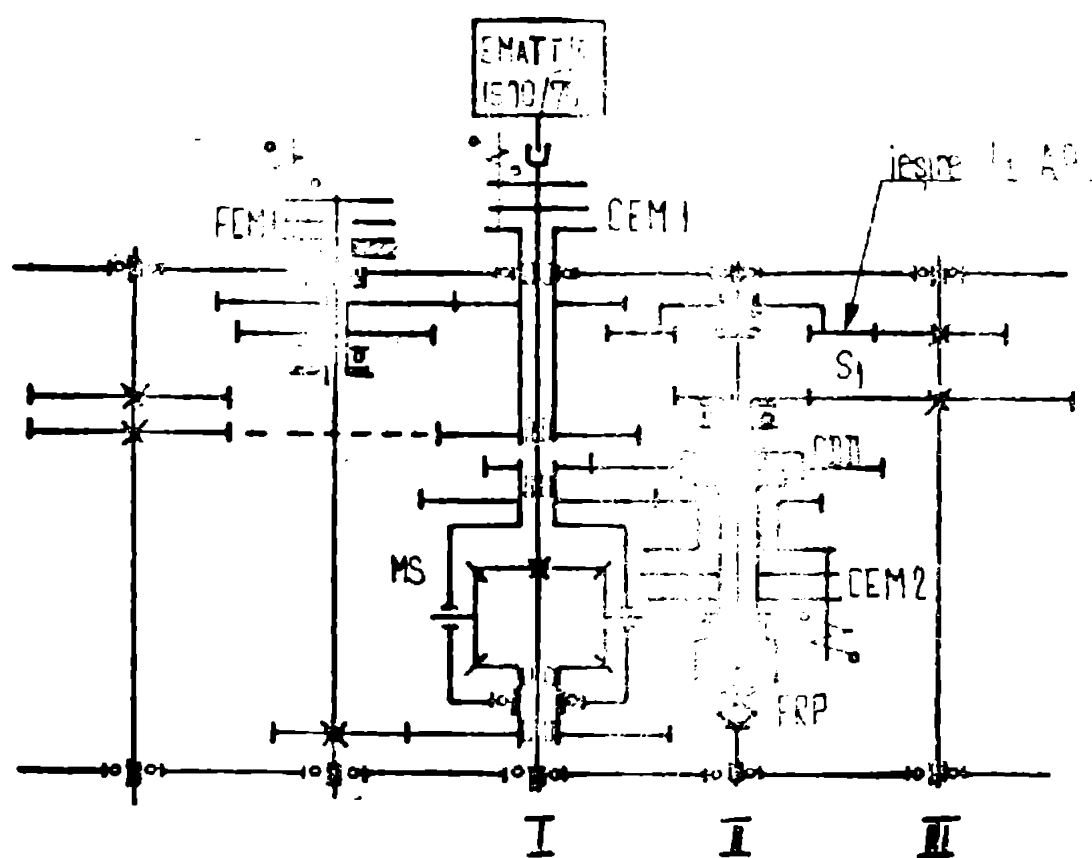


Fig. 3.32 a

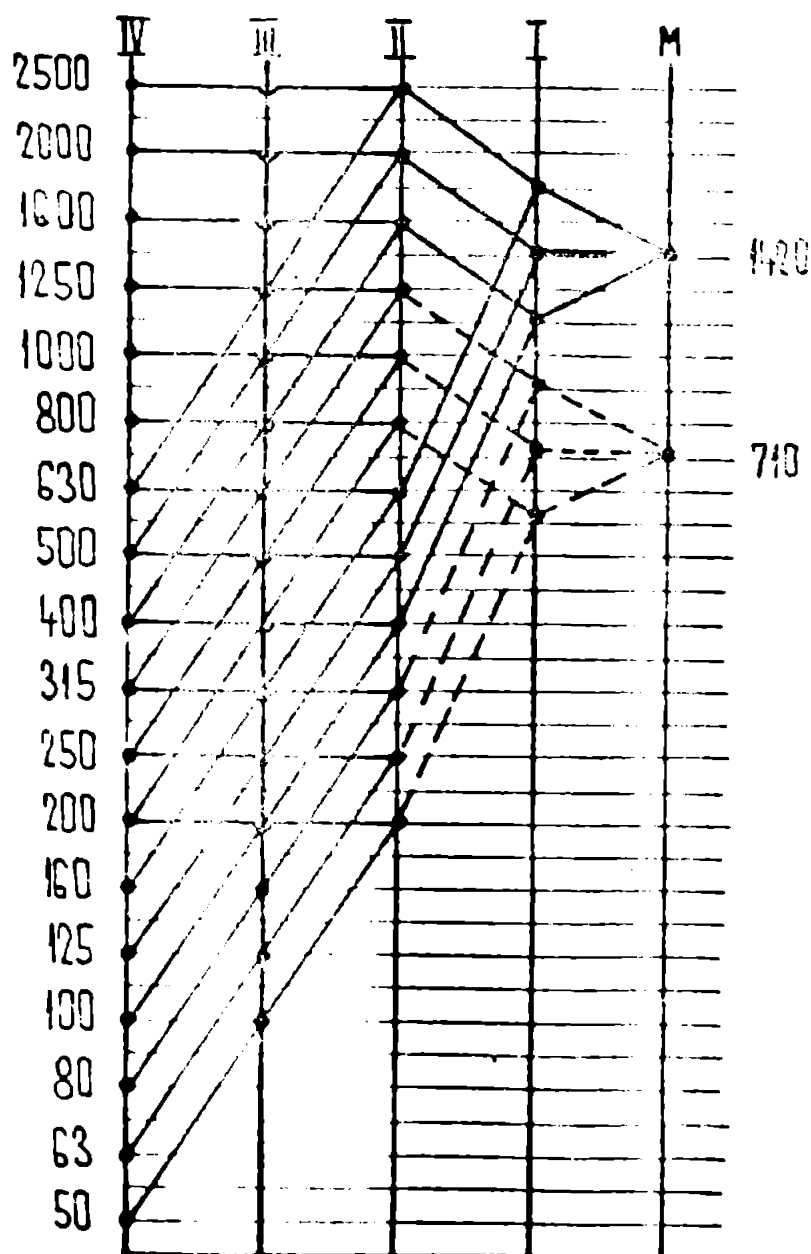


Fig. 3.32 b

Grupa de bază realizează 12 trepte cu schimbare din mers și sub sarcină în domeniul 200-2500 rot/min, cu relația  $2x2x2$ . Grupa succedente realizează o lărgire a domeniului pe 2 game cu schimbare din mers și sub sarcină în interiorul fiecărei game, respectiv 50-630, 200-2500 rot/min. Cele

12 trepte ale grupului de bază se realizează astfel:

- 2 trepte de la EMAT;
- 3 trepte de la prima subgrupă de bază, constituită din 2 raouri paralele ca în fig. 3.31.a. care se unesc într-un mecanism sumator, MS, la ieșirea cărui turație se determină cu relația (3.26.). Cele 3 valori variabile de la intrarea mecanismului sumator și care sînt comandate cu grup baloilor deplasat hidraulic, sînt:  $n_m = i_{sb10} \cdot n_m = i_{sb} \cdot n_m$ . În cazul valorii medii de ieșire, respectiv cînd la intrările mecanismului sumator sînt valorile  $n_m$  și 0, se obține și valoarea turației pentru regimul transitoriu. Aceste valori sînt urmatoarele: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 rot/min, iar sal-

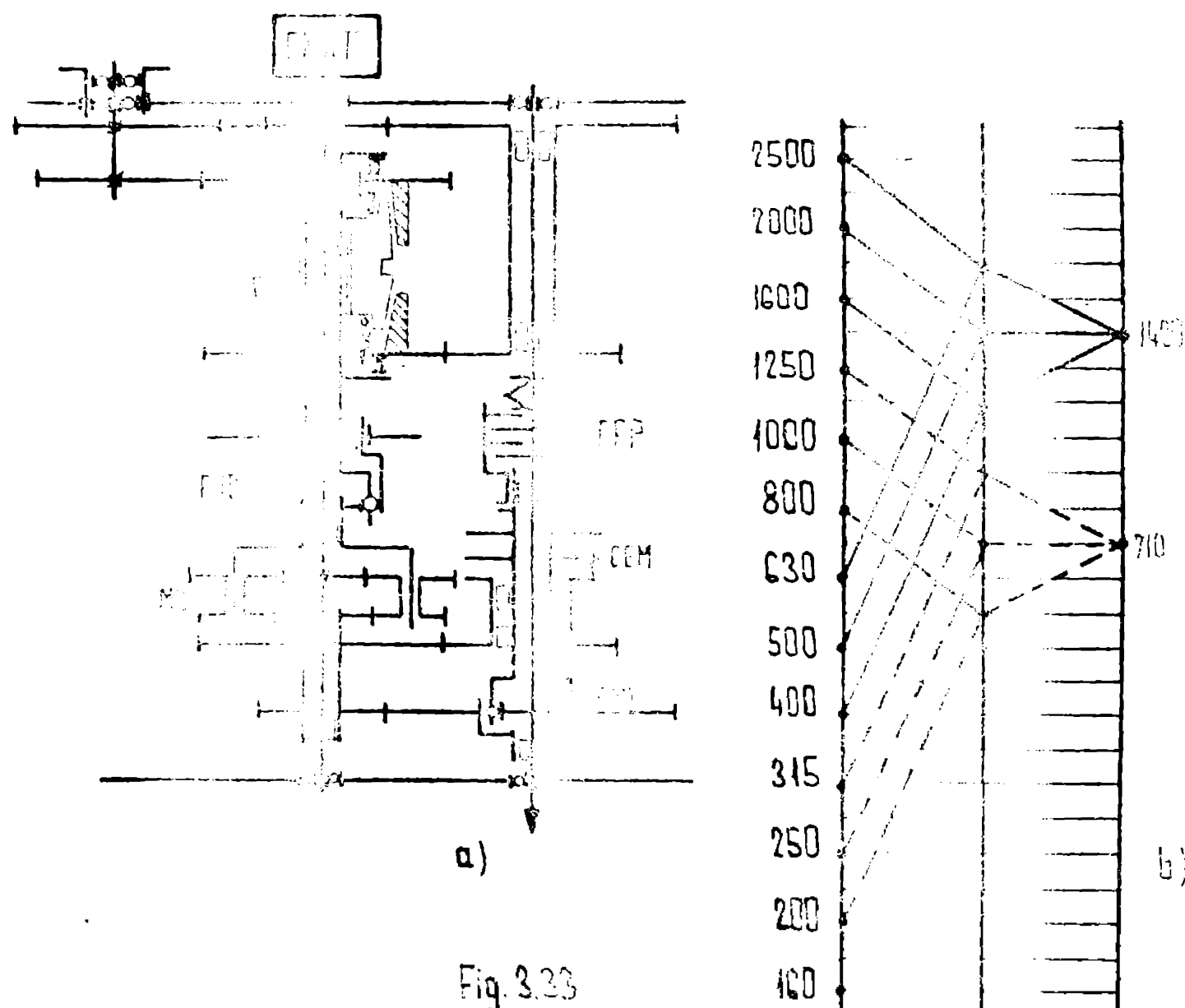


Fig. 3.33

turile de turății se realizează prin intermediul acestora ce și în fig.3.31.c.

- 2 trepte de la a 2-a subgrupă de bază, realizată cu cuplaj de depășire dublu sens CDD și cuplaj electromagnetic de comandă CEM 2 care are 2 stări: acționat (când prin CDD iese valoarea cea mai mare de turăție) și neacționat (când prin CDD iese valoarea cea mai mică a turăției de la cele 2 perechi de roți dințate în angrenare permanentă care furnează subgrupa a 2-a de bază). Saltul turăției se face din mers și sub sarcină prin acționarea/dezacționarea cuplajului CEM<sub>2</sub>.

O altă variantă, în care se află un singur cuplaj electromagnetic, este prezentată în fig.3.33.e. diagrama de turății pentru grupa de bază în fig.3.33.b. [3.1.] ; [3.12.] .

În acest caz în locul beladorului hidraulic se utilizează un cuplaj de fricțiune dublu conic, care permite cuplarea din mers a treptelor de viteze, utilizându-se și poziția zero a acestuia. Pe timpul poziției de mijloc la cuplajul dublu conic (care se utilizează totodată și pentru regimul tranzitoriu, ca valoare intermediară a salturilor de turății (fig.3.31.c.), este necesară frînarea mișcării la intrarea necomandată a mecanismului sumator  $M_9$ , lucru care se rea-

liscasă tot cu un cuplaj de depășire dublu sens, folosit în regia de frină (FUD = frină unidirecțională).

În rest, grupa de bază mai conține o etapă succesivă de lărgire a domeniului, care este comandată prin valorile de stare 0 - 1 ale unui cuplaj electromagnetice CDM, un cuplaj de depășire dublu sens CDB și o frână permanentă FRP pentru frinarea mișcării rapide față de cea lentă - în scopul îmbunătățirii funcționării CDD.

Prețurile acestor variante de acționări sînt relativ reduse fiind de cca. 1,10 + 1,15 din prețul variantei convenționale cu balancieri de la pct. 3.1.

Dezavantajul acestor construcții constă în salturile intermediare ale turațiilor pe timpul tranzitoriu ca în fig. 3.31.c. , precum și faptul că aceste soluții nu sînt modulele cu mașini convenționale.

### 3.4.3. AGR - avînd mai multe EMAT-uri și mecanisme sumatoare

Aceste construcții au fost analizate în lucrarea [3.2]. Se menționează aici ca modalitate de realizare a grupei de bază la mașina de giruit. Dezavantajul construcției constă în faptul că se utilizează și EMAT-uri de construcție specială, avînd statorul rotitor și alimentare prin inele colectoare. Un alt dezavantaj este acela că, grupa de bază asigură un număr redus de trepte cu schimbare dîn mers și sub sarcină și pe un domeniu limitat de aproximativ 2:1 și 4 trepte.

O altă modalitate este cea din fig. 3.27.a.b. Care se înlocuiește EMR cu EMAT cu 2 turații, variată care are motoare standard la ieșirea din grupa de bază avem turația conf. relației:

$a \pm \frac{b}{2} \pm b$ , în care a și b sînt turațiile de la cele 2 EMAT-uri, utilizînd ambele sensuri de rotație. Se pot obține următoarele valori ale turației la grupa de bază:

a	b	$a - \frac{b}{2} + b$	$a + \frac{b}{2} + b$
- 1440	720	0	
- 720	720	360	
- 1440	1440	720	
- 720	1440	1080	
+ 720	720		1080
+ 1440	720		1440
+ 720	1440		1800
+ 1440	1440		2160

Etajarea acestor valori este în serie aritmetică cu rație 360 rot/min, ceea ce este un dezavantaj, în special pentru turațiile mici, care se poate ameliora prin combinarea cu grupe succesive. Reglajurile tranzitorii de salt al turației, prin

schimbarea numărului de poli la cele 2 motoare, pot fi reglate numai cu durată. Curbe de variație a turației pe timpul tranzitoriu nu poate fi ajutate în scopul atenuării vî furilor de accelerații, ceea ce con-

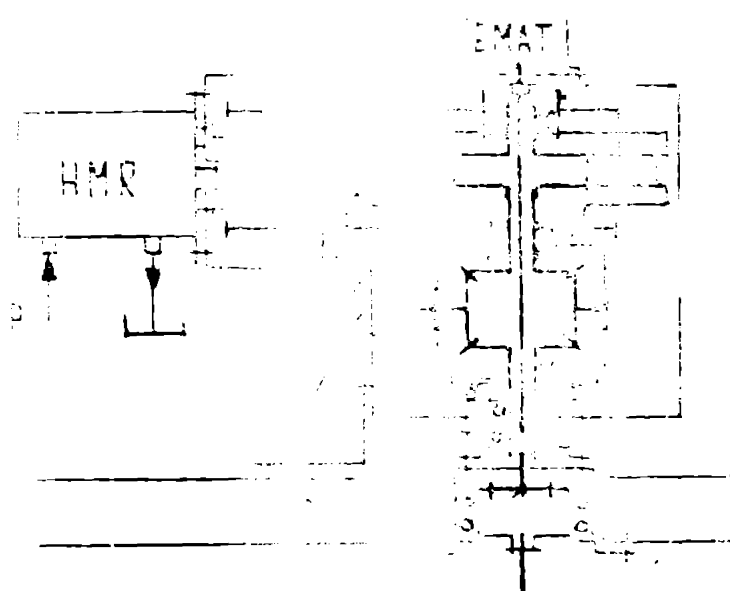


litule un alt dezavantaj. Costul construcției este relativ redus, ca. 1,10 - 1,15 din cel al secționării convenționale cu baladori.

**3.4.4. ACP având grupa de bază cu EMAT și HMR de reglare  
prin mecanism sumator, combinată cu grupe succesorare**

Schemă cinematică a construcției este prezentată în fig.

3.34. [3.1.] Construcția este modulară față de mașina GP 45 conven-



țională, fiind adaptată necesității de funcționare a mașinii în regim convențional, NC, AC. Cutia de viteze a mașinii clasice (convențională și NC) se menține în totalitate, fiind utilizată ca grupe succesorare pe lângă grupe de bază. Grupa de bază are o construcție modulară, amplasată pe platforma mașinii, și cuprinde EMAT (cu o singură viteză), HMR (cu reglaj al turației pe ambele sensuri - continuu sau în trepte), mecanism sumator cupus

din două mecanisme planetare.

Un mecanism planetar cu roți conice realizează însumarea mișcărilor de la EMAT și HMR iar la ieșire fiind turația de intrare în grupele succesorare. Al 2-lea mecanism planetar are o construcție aparte, conținând 2 etaje paralele, la care cele 2 coroane dințate interioare au turațiile de sens contrar și egale ca valoare cu turația HMR. Sateliții se rotesc liber pe elementul suport al sateliților, care este comun pentru cele 2 etaje. Roțile centrale ale celor două etaje realizează sincronizarea turației de la EMAT cu cea de intrare în diferențialul cu roți conice, în cazul când HMR este oprit. Când HMR se rotește, se realizează o suprapunere a mișcării acestuia peste mișcarea de la EMAT - ca sumă a acestora și care intră astfel în mecanismul planetar cu roți conice.

Această construcție are următoarele avantaje:

- Când HMR este oprit (în regim de lucru convențional și NC), la ieșirea din grupa de bază rezultă turația de la EMAT cu raportul 1:1, ceea ce conferă utilizarea ACP în ansamblul ei în condiții identice cu ale mașinilor GP 45 și GP 45 NC (mașină convențională sau cu NC). Programarea turațiilor se face în acest caz pe grupele succesorare.

- În regim de CA, HMR se rotește în ambele sensuri; un sens

de măsurare cu turația de la EMAT și un alt sens pentru scădere din turația de la EMAT. La intrarea din grupe de bază rezultă turația:

$$n_0 = n_m \pm K \cdot n_H \quad (3.26.)$$

în care:  $n_m$  - turația de la EMAT;

$n_H$  - turația de la HMR;

$K$  - coeficient de amplificare al mecanismului;

- Domeniul de reglaj pentru  $n_0$  este 2 : 1 pentru cazul creșterii turației față de EMAT și 1 : 10 pentru cazul scăderii turației față de valoarea de bază de la EMAT.

Reglajul turației la HMR se poate face continuu sau în trepte. În cazul reglajului în trepte, se utilizează trepte fixe de debit, stabilite prin combinații de regulatorul de debit, comutabile pe cale electrică prin electrodistribuție - soluție în general cunoscută;

- Puterea consumată de HMR este ca. 30 % din puterea EMAT, fluxul principal de putere se transmite direct de la EMAT spre ieșirea din grupe de bază.

Ca dezavantaje ale construcției sînt:

- randamente scăzute:  $\eta = \eta_I \cdot \eta_{II} = 0,6 \cdot 0,75 = 0,45$

în care:  $\eta_I$  - randamentul grupei de bază;

$\eta_{II}$  - randamentul grupelor succesive;

- prețuri ridicate ale construcției, ca. 2,2 din prețul soluției convenționale (care se menține în totalitate).

- construcție destul de voluminoasă din punct de vedere mecanic;

- funcționare influențată de viscozitatea variabilă a uleiului;

3.4.5. Cutii de viteze cu EMAT și baloțori comandati hidraulic și rezia transitoria comandat prin EMAT

Schemele bloc ale acestor construcții sînt prezentate în

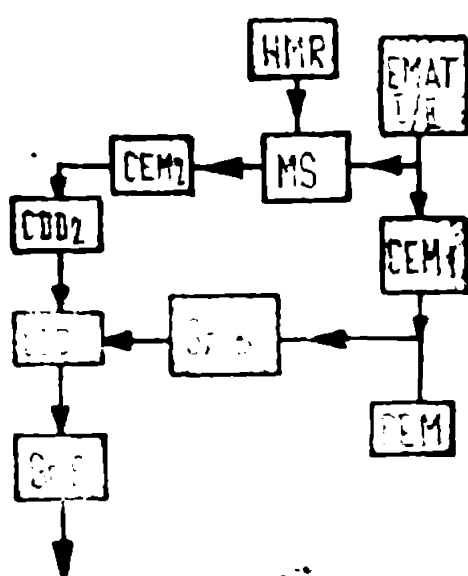


Fig. 3.35 b

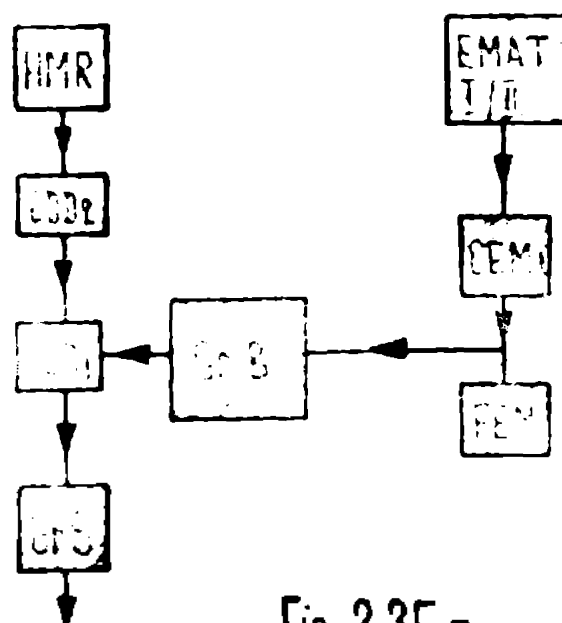


Fig. 3.35 a

GrB - grupa de bază;  
GrS - grupe succesive  
MS - mecanism  
FEM - fricțiune electrostatică  
CEM - cuplaj electrostatic;

[3.12.], [3.14.] și sint următoarele:

- fig.3.35.a. - la care HMR este plasat pe o ramură paralelă cu cea de la EMAT;

- fig.3.35.b. - la care HMR este plasat împreună cu EMAT pe un mecanism sumator, a cărui ieșire scurtcircuitează grupa de bază pe timpul tranzitoriu.

Ambele cazuri se caracterizează prin următoarele:

- grupa de bază este realizată cu baladori deplasați hidraulic, fiind oprită pe timpul tranzitoriu prin CEM și FEM.

- pe timpul tranzitoriu mișcarea e preluată de HMR (cazul a), sau HMR + EMAT (cazul b) pe ramuri paralele cu grupa de bază;

- punctele de întâlnire ale acestor ramuri, sau nodurile lanțului cinematic, sint realizate prin cuplaje de depășire bidirecționale comandate prin sensul de rotație [3.22.], care permite ca pe sensul respectiv de rotație mișcare cu viteză mai mare să o depășească pe cea cu viteză mai mică, la ieșire transmitându-se viteză cea mai mare.

- HMR are turații cu reglaj continuu sau în trepte, astfel ca la grupa succesoare să se transmită nouă valoare de turație, în timp ce grupa de bază se va opri pentru ca această nouă valoare să fie selectată prin regimul staționar. Saltul turației din mers și sub sarcină se face pe scena turației de la HMR, care este comandat prin amplificator electrohidraulic AMH și permite ajustarea și modelarea curbei de salt a turației din mers și sub sarcină la ieșirea din ACP.

- HMR funcționează numai pe timpul tranzitoriu, iar în regim staționar este oprit - caz în care mișcarea se transmite de la EMAT prin grupa de bază.

- În cazul a.) pe timpul tranzitoriu mișcarea este preluată exclusiv de HMR, care trebuie dimensionat, să poată suporta întreaga sarcină;

- În cazul b.) pe timpul tranzitoriu mișcarea este preluată de HMR și EMAT, în care HMR funcționează în general în regim de frână și absoarbe o putere de cea. 30 % din puterea de la EMAT.

Mecanismul sumator este cel din fig.3.36., similar cu cel din fig.3.27.a., dar adaptat pentru bifurcarea mișcării spre grupa de bază. În fig.3.37. este prezentat cuplajul de depășire dublu sens CDD 1, respectiv CDD 2, care este autocondat de către mișcarea rapidă. Acesta este elementul de bază al schemei cinematie, care permite comanda și comutarea regimului tranzitoriu cu cel staționar și invers.

Cuplejele de depășire dublu - sens convenționale sint prezentate în fig.3.37.a., (secțiune transversală), și fig.3.37.b.

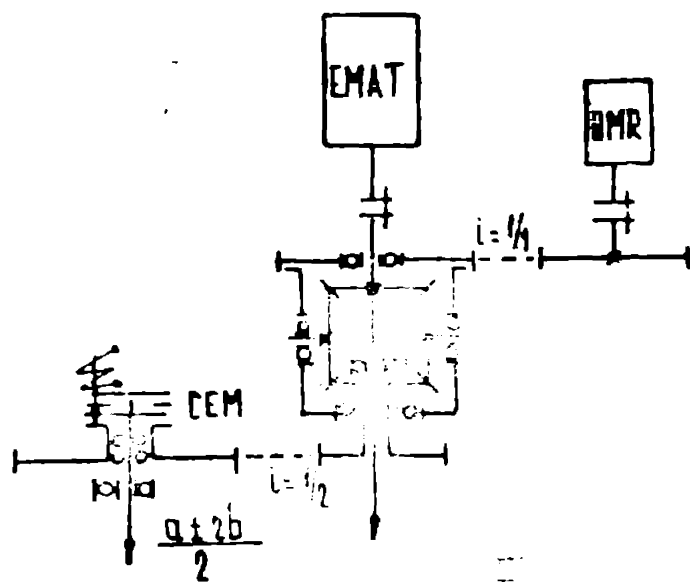


Fig. 3.35

(secțiune longitudinală).

Aici oasa centrală este legată de arborele de ieșire, carcasa cuplajului este în legătură cu intrarea lentă, iar antrenorul cu intrarea rapidă.

Cuplejul este autocomandat, respectiv prin activarea mișcării rapide pe același sens cu cea lentă - fără alte comenzi, are loc transmiterea la ieșire a mișcării rapide, care se suprapune peste cea lentă. În lipsa mișcării rapide, la ieșirea din cuplaj apare mișcarea lentă.

Autocomanda cuplajului se realizează prin unghiul de evans al antrenorului față de oasă, unghi permis de către jocul dintre știfturile încastrate în antrenor și găurile din oasă, acest unghi realizându-se la început - imediat după activarea mișcării rapide.

Acest tip de cuplaj are dezavantajul că intrările rapidă și lentă nu pot fi inversate (ca valori de același sens de rotație). Din acest motiv, pentru a se putea utiliza în schemele din fig. 3.35, se impune condiția ca pe timpul tranzitoriu mișcarea ce se transmite pe rețeaua paralelă cu Gr B să fie întotdeauna cu viteză mai mare decât cea de la Gr B. Acest lucru este un dezavantaj, deoarece se produc diferențe prea mari între vitezele în regia tranzitoriu și staționar.

Cuplejul din fig. 3.37, având oasă centrală poate fi realizat și cu alte profile ale osii centrale, de exemplu poligonală ca în fig. 3.38., prin aceasta mărindu-se numărul de perechi de roți care preia transmiterea mișcării.

Cuplejole de depășire dublu sens din fig. 3.37. și fig. 3.38. sînt produse de firme specializate, cum ar fi de ex. firma IAS France [3.13].

Dezavantajul construcției constă în faptul că turația pe timpul tranzitoriu de salt, este turația minimă de trecere prin grupa de basă, ceea ce provoacă variația discontinuă a turației prin intermediul valorii maxime, intercalată între valoare inițială și finală a saltului.

Prețul acționării este cea. 1,35 + 1,45 din prețul variantei convenționale (creșteri totale nete de cea. 115.000 lei.)

- costul echipamentului hidraulic + 95.000 lei
- costurile mecanice suplimentare + 20.000 lei

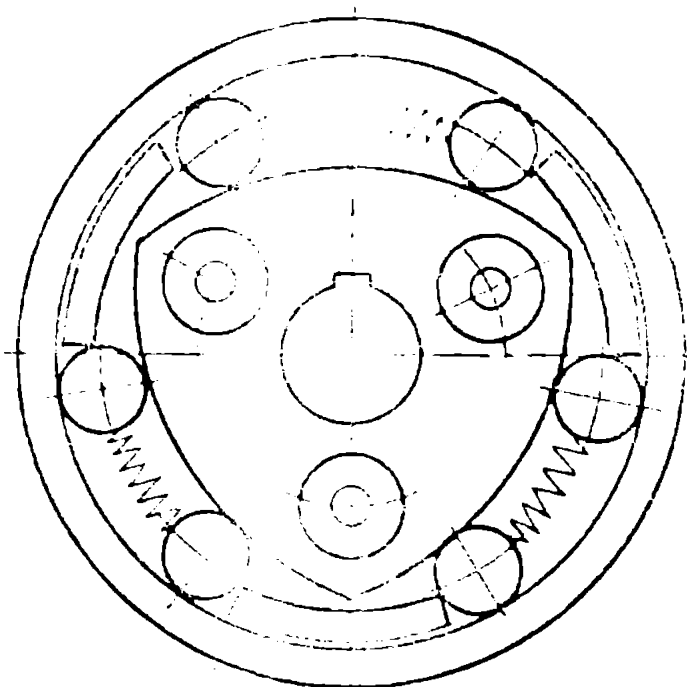


Fig. 3.37.a

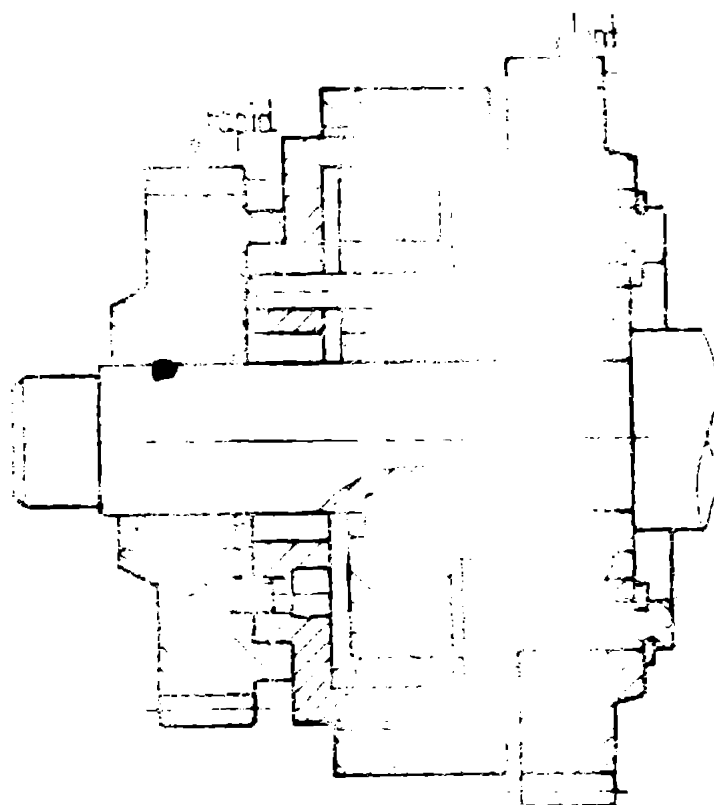


Fig. 3.37.b

- costurile totale nete față de ACP convențională: 115.000 lei;

Ca avantaj menționăm funcționarea HMR de scurtă durată pe timpul tranzitoriu, funcționarea la putere constantă și randament 0,75 în regim staționar, posibilitate de modelare a curbei de salt a turației prin reglaj la HMR.

#### 3.4.6. Cutii de viteze cu HMR și balatori comandați hidraulic și regim tranzitoriu comandat prin EMCC

Se utilizează aceleași scheme bloc ca în cazul precedent, respectiv cea din fig. 3.35.a. sau cea din fig. 3.35.b. împreună cu mecanismul sumator din fig. 3.36., dar cu deosebirea că în loc de HMR se utilizează EMCC. Aceasta ultimă variantă nouă poate fi de construcție modulară ca cea de la pct. 3.4.5., înlocuindu-se numai HMR cu EMCC - comandat prin convertizor cu tiristori. Avantajele acestei variante sînt următoarele:

- Se poate ameliora dezavantajul variantei cu HMR de la pct. 3.4.5., prin eliminarea condiției de trecere prin turația maximă a GrB pe timpul tranzitoriu. Aceasta este posibilă prin următoarele modalități de lucru:

- pentru salturi crescătoare la turație, EMCC va transmite prin mecanismul sumator, scurtcircuitînd GrB cu valoarea nouă de turație, iar GrB se poate opri în vederea schimbării balatorilor și repornirii cu noua turație, iar în final se oprește EMCC și reamură paralelă cu GrB;



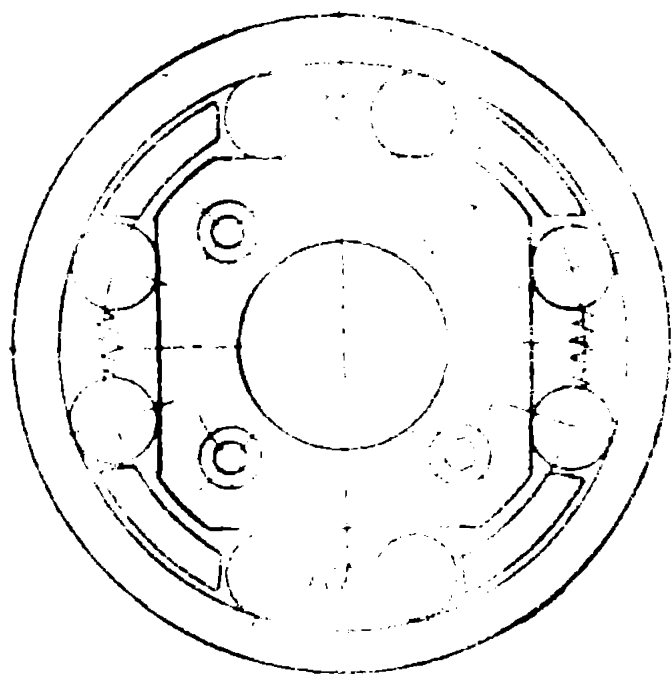


Fig. 3.38

- pentru salturi descrescătoare de turație, MOC va transmite scurtcircuitând GrB cu valoarea de turație imediat superioară celei vechi, după care se oprește GrB pentru instalarea noii turații - timp în care (GrB fiind oprită) se produce saltul descrescător tranzitoriu cu ajutorul MOC, iar în final repornește GrB cu noua turație și se oprește MOC.

- se poate modela curba de salt a turației prin controlul turației MOC;

- ACP este la putere constantă prin GrB cu roți dințate;

- MOC funcționează doar pe timpul

tranzitoriu, în general în regiile de frână, și este dimensionat la o putere redusă. MOC este de tip cu magneti permanenți în stator, funcționând la cuplu constant;

- Față de cazul prezentat la pct. 3.3.3., motorul va fi tip SMOC 17, iar varistorul cu tiristori tip VMA.

- Rendamentul acționării prin GrB este 0,7, iar prin rețeaua paralelă 0,65.

Costurile acestei ACP sînt următoarele (suplimentare față de ACP convențională) :

- costul părții electrice 140.000 lei;

- costuri meșnice suplimentare 20.000 lei;

- creșteri totale nete față de ACP convențională 160.000 lei

mai avantajoasă și mai simplă este prima construcție, conf. fig. 3.37.a., care avînd același MOC și variator ca mai sus fără MOC și GrB, poate suporta întreaga sarcină pe timpul tranzitoriu scurt, avînd o funcționare simplă; MOC prin mișcarea cu noua turație (pe timp scurt, iar grupa de basă se oprește pentru schimbare și repornește apoi cu noua valoare de turație, iar MOC se oprește. Timpul tranzitoriu este de cca. 1,5 sec.

Costurile suplimentare față de varianta convențională sînt: cca. 130.000 lei la partea electrică și cca. 5.000 lei la partea mecanică, adică 135.000 lei în total.

### 3.5. Concluzii privind soluțiile pentru ACP

Din cele prezentate mai sus, din totalul soluțiilor utilizabile la ACP a mașinii de găurit, se desprind următoarele soluții

Jare intrunesc cele mai multe avantaje și dintre care există unele deja utilizate de diferite firme:

- ACP avind EMCC de putere constantă și o grupă succesoare;
- ACP avind EMAT și convertizor de frecvență;
- ACP cu acționare hidraulică;
- ACP cu variatoare mecanice;

Pe de altă parte se desprind unele soluții noi, adecvate mașinilor de găurit cu NC și AC, și care merită să fie încercate, avind o serie de avantaje, printre care se remarcă costurile reduse.

Astfel se pot menționa următoarele soluții:

- ACP avind grupe de bază cu EMAT și HMR de reglare prin meo.sumator;
- ACP avind cutie de viteză cu EMAT și baladori comandați hidraulic și regia tranzitoriu comandat prin HMR;
- ACP avind cutie de viteză cu EMAT și baladori comandați hidraulic și regia tranzitoriu comandat prin EMCC;
- ACP avind EMCC de cuplu constant și meo.sumator în grupa de bază.

#### 4. Soluții luate în considerare apse aplicare

Aplicațiile celor prezentate mai sus s-au axat pe realizarea mașinii GP 45 NC/AC, iar ulterior s-a început esamilara mașinii GCR 50 NC (care reprezintă modernizarea vechii mașinii GPR 45 NC) și care conține deesenena soluții pentru ACP dintre cele prezentate principial în cap.3.

##### 4.1. Construcția ACP adoptată la mașina GP 45 NC/AC

Din soluțiile posibile prezentate în cap.3 au fost realizate proiecte de execuție la mașina GP 45 NC/AC, pentru variantele următoare:

1. - ACP avind EMCC de putere constantă tip MCV 132 și o grupă succesoare conf.pot.3.3.3.
2. - ACP avind grupe de bază cu EMAT și HMR de reglare prin mecanism sumator, combinată cu grupe succesoare, conf.pot.3.4.4.
3. - ACP avind cutie de viteză cu EMAT și baladori comandați hidraulic și regia tranzitoriu comandat prin HMR, conf.pot.3.4.5.

Aceste variante nu necesită importuri și satisfac condițiile de funcționare de la pot.3.2. cu dezavantaje cât mai puține.

Luind în considerare costurile, performanțele și posibilitățile de reglare în regia tranzitoriu, s-a ales varianta a 3-a pentru execuție fizică a modelului experimental al mașinii GP 45 NC/AC, această variantă fiind cea mai ieftină și satisfăcând celelalte condiții impuse.

Faptul că reglajul turației se face în trepte, cu timpi tranzitorii mai lungi decât la celelalte 2 variante, acest lucru a fost justificat la pct. 3.2.3. ca acceptabil pentru utilizare.

Analiza soluțiilor pentru ACP conz. pot. 3.4.9., a fost făcută în paralel pentru mașinile GP 45 NC și GP 45 NC [3.14.], dar materializarea ca proiect de execuție și ca execuție ilică s-a făcut numai la mașina GP 45 NC/AC.

Este de menționat faptul că, construcția modulară realizată fizic la mașina GP 45 NC/AC permite, prin simpla înlocuire a unor module, respectiv a unor părți de subansamblu, să se realizeze varianta de ACP precizată la pct. 3.4.6., evinând regiunea tranzitoriu comandat prin MCC, în loc de IAH.

#### 4.1.1. Arborele principal și completul său

Construcția arborelui principal este adaptată următoarelor condiții:

- existența pinului cu evens de străundere;
- lăgăruirea principală dimensionată pentru domeniul turațiilor și forțelor caracteristice mașinii:  $n = 50 - 2500$  rot/min.,  $F_{ax \text{ max}} = 2000$  daN.

În realitate forța axială maximă efectivă este mai mică, fiind limitată de evensul corespunzător momentului de prelucrare al oțelului.

Astfel la  $\varnothing 40$  și  $S = 0,577$  mm/rot  $M_g = 2410$  daNcm

$$F_{ax} = 1610 \text{ daN}$$

$\varnothing 50$  și  $S = 0,35$  mm/rot  $M_g = 2500$  daNcm  $F_{ax} = 1610$  daN

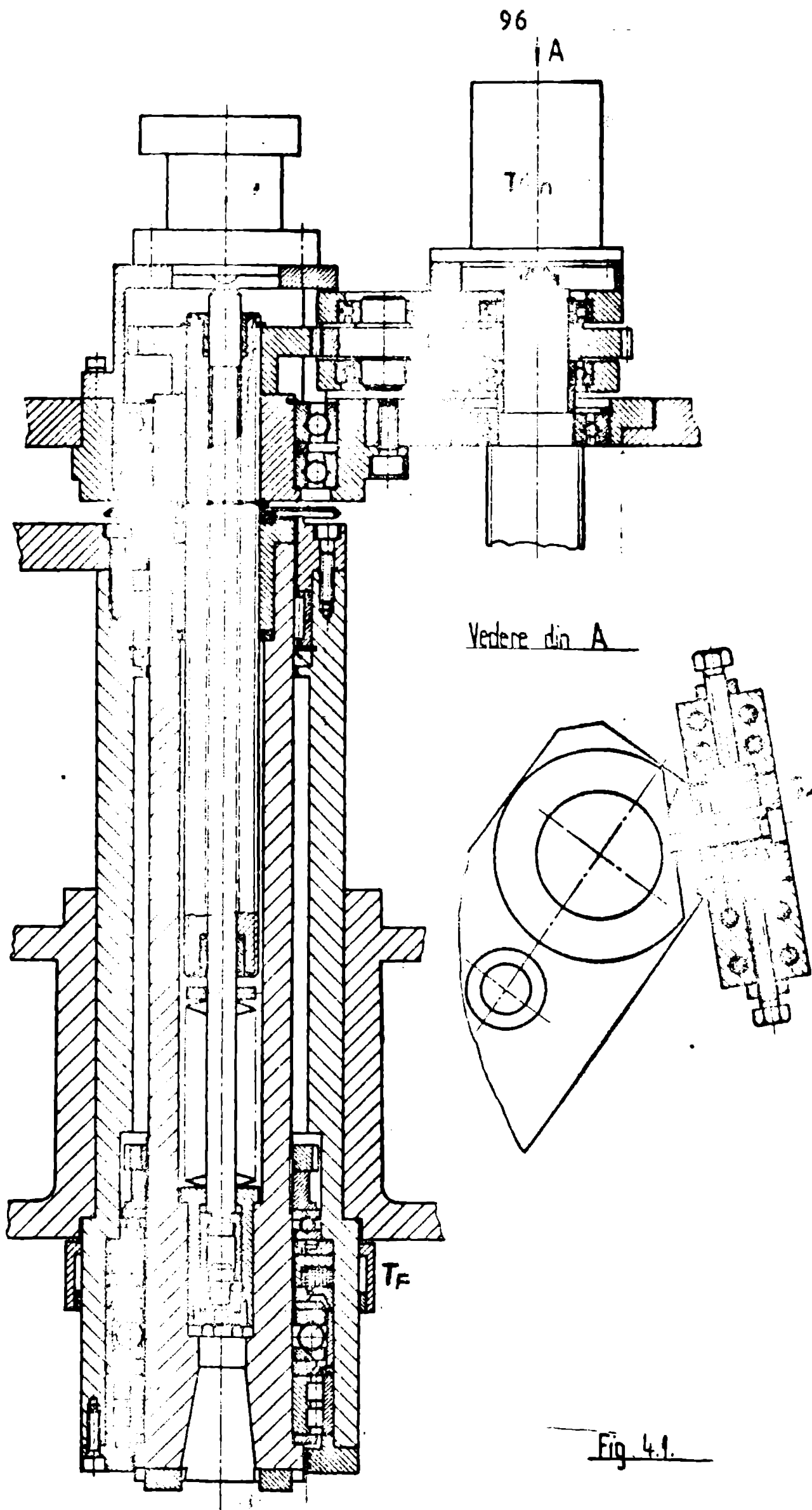
$\varnothing 63$  și  $S = 0,20$  mm/rot  $M_g = 2450$  daNcm  $F_{ax} = 1590$  daN

Avensul 0,577 mm/rot este prea mare pentru  $\varnothing 40$  din considerente tehnologice [2.10.], astfel ca forța axială maximă se poate limita la  $F_{ax \text{ max ef}} = 1620$  daN

- existența dispozitivului de fixare rapidă (semiautomată) a șulei;
- existența traductorilor pentru  $F_{ax}$ , amplasați în lăgăruirea principală;
- existența traductorilor pentru  $M_g$ , amplasați pe legătura cinematică de la cutia de viteze.

Particularitatea cea mai semnificativă este existența traductorilor pentru  $F_{ax}$  și  $M_g$ , care să nu fie influențați la frecări suplimentare prezente, să se permită prevenirea acestora și echilibrarea punții.

În fig. 4.1. se arată construcția de ansamblu a arborelui principal și completului său, care este o construcție nouă specifică și care a fost executată pentru mașina GP 45 NC/AC.



La această construcție se remarcă următoarele:

- lagărul principal cu traductorii pentru  $F_{ax}$ ;
- suportul oscilant cu roată dințată intermediară, intercalată între arborele principal și cutia de viteze, care transformă momentul de așchiere în forță de reacțiune proporțională, preluată de traductorii pentru  $M_t$ .
- Alezajul conic al arborelui principal a rămas ISO 40 ca la mașina convențională.

#### 4.1.2. Amplasamentul traductorilor pentru $F_{ax}$ și $M_t$

În fig.4.1. es e ilustrată amplasarea traductorilor pentru  $F_{ax}$  în lagărul principal din pinolă.

Acești transductori sînt de tip magnetoelastic și au fost executați la IPIV Timișoara [4.1.].

Blocul traductorilor pentru  $F_{ax}$  are o construcție inelară, conținând 12 pastile magnetoelastice cu dimensiunile  $\varnothing 18 \times 10$  mm, amplasate câte 6 pe fiecare față, astfel ca 6 pastile să fie supuse la  $F_{ax}$  pe sensul  $z+$ , iar 6 pastile la  $F_{ax}$  pe sensul  $z-$ . Cele 12 pastile formează o punte simetrică cu 4 ramuri, pretensionate la valoarea  $F_{ax \max}$ . În timpul procesului, 6 pastile vor fi supuse la o încărcare peste valoarea pretensionării (pînă la maxim dublul acesteia), iar celelalte 6 pastile vor fi supuse la descărcare sub valoarea pretensionării pînă la minim (încărcare nulă) - (fig.4.2.).

Caracteristicile pastilelor magnetoelastice traductoare sînt date în [4.1.].

Secțiunea miezului de tole este:  $10 \times 12$  mm =  $120$  mm<sup>2</sup>. Proprietățile magnetice ale miezului se modifică sub acțiunea forțelor axiale, acest lucru stînd la baza măsurării.

Forța maximă pe o pastilă traductoare:

$$2 \cdot F_{ax \max \text{ ef}} = 6 \cdot F_1 \max$$

$$F_1 \max = \frac{F_{ax \max \text{ ef}}}{3} \quad (4.1.)$$

Avînd secțiunea miezului de tole axb, se poate determina presiunea maximă efectivă:

$$p_{\max \text{ ef.}} = \frac{F_{ax \max \text{ ef}}}{S.S.S.} \leq p_{\max \text{ adm.}} \quad (4.2.)$$

În cazul traductorilor pentru  $F_{ax}$  avem:

$$p_{\max \text{ ef.}} = \frac{1020}{2 \cdot 10 \cdot 12} = 4,46 \text{ daN/mm}^2 \text{ iar } p_{\max \text{ adm.}} = 5 \text{ daN/mm}^2$$

Caracteristicile electrice sînt următoarele [4.1.]:

- tensiunea pe un traductor: - 10 V (+1) V;
- tensiunea în punte pentru  $F_{ax}$ : -60 (+6) V;
- număr de spire pe un traductor: 30 spire;





descărcare a pastilelor traductoare acționază pe direcția axială a pastilelor traductoare, respectiv pe direcția  $F_{pt}$ .

Forța maximă de solicitare a blocului traductor este dublul lui  $F_{pt}$ , iar pe o pastilă traductoare revine o forță maximă de încărcare egală cu  $F_{pt}$  din relația (4.5.) și pe care o putem calcula:

$$F_{pt} = \frac{2 \cdot 25 + 34}{80 \cdot 34} \cdot 25000 = 772 \text{ (daN)}$$

Aceasta permite ca să se monteze aceeași pastile traductoare pentru  $M_t$  ca și la pinolă pentru prelucrarea  $F_{ax}$ , respectiv  $\varnothing 18 \times 10$ .

Forța de compresie curentă a blocului traductorilor este:

$$F_0 = F_{pt} \pm \frac{2 \cdot Z_2 + Z_1}{s \cdot Z_3} \cdot M_t \cdot ef \quad (4.6)$$

Semnul + sau - corespunde cu încărcarea, respectiv descărcarea, față de forța de pretensionare  $F_{pt}$ .

$$\text{Tensiunea furnizată de traductori: } U_t = M_t \cdot M_{tef} \quad (4.7.)$$

Pentru eliminarea perturbațiilor produse de frecări, suportul oscilant care conține roata intermediară este fixat pe rulmenți în punctul de articulație, conf. fig.4.1.

#### 4.1.3. Variante proiectate pentru ACP

Aceste variante proiectate sînt următoarele:

##### 4.1.3.1. ACP avînd EMCJ de putere constantă tip ACU 132 și o grupă succesoare

Variante a fost expusă la pot.3.3.3., schema cinematică ca. fig.3.19. iar diagrame de turații în fig.3.20.

- Motorul ales este ACU - 132, forma constructivă I.M.V.-1 (IMEB București).

$$- P = 3,9 \text{ kW; } n_{p,ot} = 484 + 2420 \text{ rot/min;}$$

$$n_{M,ot} = 193,6 + 484 \text{ rot/min;}$$

- cuplajul electromagnetic CEM, este tip 81512 - 14 B-

I.M. Cugir;

- rapoartele de transmisie sînt următoarele:

- raportul constant de intrare la grupa succesoare

$$i_{01} = 1 : 1,21;$$

$$i_0 = 1 : 1,219 = \frac{50}{41}$$

- rapoartele din grupa succesoare:

$$i_1 = 1,27 : 1 = \frac{47}{37}$$

$$i_2 = 1 : 3,94 = \frac{17}{67}$$

- raportul constant de ieșire la arborele principal

$$i_{02} = 1 : 1 = \frac{34}{25} \cdot \frac{25}{34}$$

Motorul principal are aceeași gabarit ca și varianta convențională cu EMAT și este amplasat pe platformă cu aceleași elemente de legătură.

Acționarea motorului se face cu variatorul cu tiristori tip API 380/50 - 35 (VARET). Comanda variatorului se face:

1. - în regim convențional prin potențiometrul de pe pupitrul de comandă;

2. - în regim ON; prin rezistențe ajustabile, prin care se aplică tensiuni de referință fixe la variator în intervalul  $\frac{1}{2}$  la V, comutarea acestora făcându-se cu relee RID aflate în interfața NC. Activarea releelor din interfață se face în baza funcției programabile S de la echipamentul NC tip NUMEROM 321-3. Acest echipament de tip hardware are oablate 12 valori pentru S, ce pot fi asociate cu M 11 (gama 1), sau M 12 (gama 2).

Turațiile ce se pot obține prin NC sînt următoarele:

	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12
M11	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500				
M12	500	400	315	250	200	160	125	100	80	63	50	40
nrot	2400	1920	1536	1200	960	768	605	480	385	306	240	192
Uref	-9.92	-7.93	-6.35	-4.96	-3.97	-3.17	-2.5	-1.98	-1.59	-1.25	-0.99	-0.79

Valorile programabile sînt următoarele:

n	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	315	250	200	160	125	100	80	63	50	40
M11	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08											
M12								S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12
nrot	2400	1920	1536	1200	960	768	605	480											
Uref	9.92	7.93	6.35	4.96	3.97	3.17	2.5	1.98	1.59	1.25	0.99	0.79							

3. - În regim AC: prin potențiometrul de pe modulul MP -c (grup motor-potențiometrul), refolosit de la acționarea de avansuri [4.1.].

Prin funcțiile programabile M 11 și M 12 se realizează cuplarea grupei succesoră pentru gama 1 sau gama 2 de turații. Grupul balador este deplasat pe cale hidraulică și are 2 poziții asigurate de un electrodistribuitoare cu poziții reținute. Arborele principal și completul său este refolosit de la pot. 4.1.1.

4.1.3.2. AGP avînd grupa de bază cu EMAT și HMR de reglare prin mecanism sumator, combinată cu grupe succesoră

Varianta aceasta a fost expusă la pot. 3.4.4., schema cinematică conf. fig. 3.34. Diagrama de turații, cînd HMR este oprit - deci în regim convențional și CN (fără CA), este cea a mașinii convenționale din fig 3.2.

În acest caz, la ieșirea din mecanismul sumator se obține turația de la EMAT cu valoarea 1450 rot/min, deci cu raportul 1 : 1.

Cele 12 valori ale funcției S, sînt valorificate în mod identic ca la mașina clasică GP 45 NC: prin pozițiile baladorilor cu

deplasare hidraulică cu cilindrii hidraulici de lucru, comandați prin electrodistributori a căror acționare se face prin relee.

Înăd HMR se rotește, în funcție de sensul de rotație al HMR rezultă la ieșirea din grupa de basă turația conf. relației (3.2.8.):

Domeniul de reglaj al turației HMR este următorul:

$$+n_{H \max} = \frac{n_m}{k} \quad (4.8.)$$

$$-n_{H \max} = \frac{9 \cdot n_m}{10 \cdot k} \quad (4.9.)$$

Aceste două valori extreme rezultă din domeniile de reglaj de la pot. 3.4.4. respectiv 2 : 1 pentru valori crescătoare peste  $n_{\text{prog}}$  și  $\frac{1}{10}$  pentru valori descrescătoare sub  $n_{\text{prog}}$ . Reglajul se face în trepte, astfel ca salturile turației de ieșire din ACR să se facă cu rația seriei geometrice de 1,25 a mașinii convenționale. Se pot astfel calcula turațiile la HMR și doborâșul de ulci, pentru cazul utilizării unui HMR de tip 716 Lx 25°, produs de I.M. Floponi știind că salturile de turație la MR se fac cu suprapunerea valorilor noi peste cele L turații ale mașinii convenționale, cu creșteri sau decrșteri față de valoarea  $n_{\text{prog}}$ , care este în același timp și  $n_{\text{pătr}}$  = turația de pătrundere a sculci în material.

$K_1 = \frac{n_{\text{ref}}}{n_{\text{prog}}}$	$\frac{1}{(1,4)^7}$	$\frac{1}{(1,4)^6}$	$\frac{1}{(1,4)^5}$	$\frac{1}{(1,4)^4}$	$\frac{1}{(1,4)^3}$	$\frac{1}{(1,4)^2}$	$\frac{1}{1,4}$	1	1,41	1,41 <sup>2</sup>
0,457	-0,457	-0,444	-0,375	-0,325	-0,25	-0,145	0	0,226	0,5	
0,600	-600	-596	-540	-468	-360	-209	0	297	720	
0,8	-18,8	-17,75	-16,8	-15,23	-13,2	-10,15	-5,88	0	8,38	20,3

Pentru a obține variația turației efective în raportul  $K_1$  față de cea programată, se modifică turația de ieșire din grupa de basă după același raport față de  $n_m$ .

$$n_e = K_1 \cdot n_m$$

$$K_1 \cdot n_m = n_m \pm k \cdot n_H$$

pentru salturi crescătoare:  $n_H = \frac{k-1}{k} \cdot n_m \quad (4.10.)$

pe tru salturi descrescătoare:  $n_H = \frac{1-K_1}{k} \cdot n_m \quad (4.11.)$

$K_1$  - se alege astfel ca salturile să se facă oăzind pe valorile turațiilor din seria geometrică din fig. 3.2.

$k$  - este determinat de mecanismul sumator, calculul grafic fiind reprezentat în fig. 4.4.

$$\omega_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot \omega_1, \text{ în care prin înlocuire se obține:}$$

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot n_1$$

Analizând mecanismul sumator din fig. 3.34. la care raportul  $\frac{n_H}{n_1} = 1$ , rezultă.

Reportul mecanismului sumator cu roți conice care este  $\frac{1}{2}$ , pentru turția de ieșire, rezultă de la  $n_H$ .

$$\text{Astfel : } K = \frac{2z_1}{z_2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{z_1}{z_2} \quad (4.12.)$$

Înlocuind valorile se obține:

$$K = \frac{80}{40} = 2 \text{ Turția de ieșire din grupa de bază este:}$$

$$n_e = n_m \pm 2 n_H \quad (4.13.)$$

Relația (4.13.) a stat la baza determinării valorilor  $n_H$  din tabelul de mai sus.

O altă soluție, la care grupa de

bază este simplificată față de cea precedentă, este prezentată în continuare. În fig. 4.5.a. este prezentată schema cinematică a grupe de bază, care este modulară și interschimbabilă cu cea din fig. 3.34.

În acest caz turția de ieșire din grupa de bază este

$$n_e = n_m \pm K_2 \cdot n_i \quad (4.14.)$$

$K_2$  - coeficient de multiplicare din mecanismul sumator, determinat grafic în fig. 4.5.b.

$$\text{Astfel: } \omega_2 = \frac{z_1}{r_2} \cdot \omega_1$$

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot n_1 \quad (4.15.)$$

$$n_2 = \frac{80}{40} \cdot n_1 = 2 \cdot n_1$$

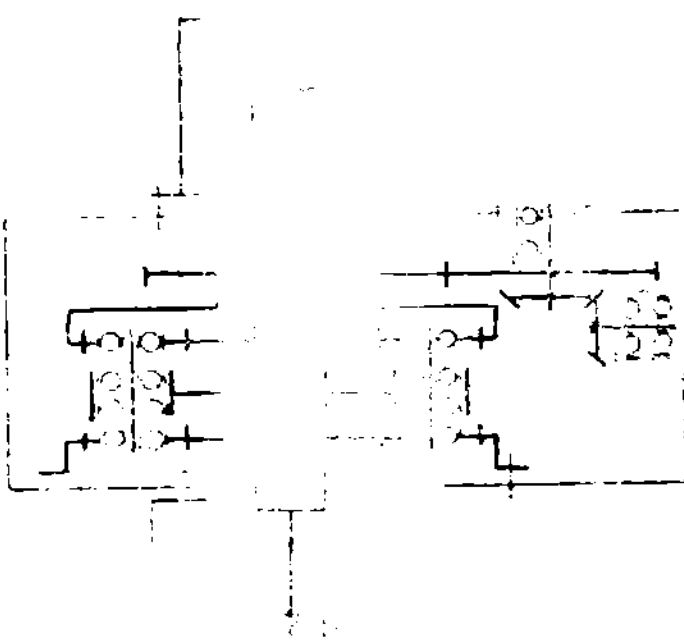


Fig. 4.5.a

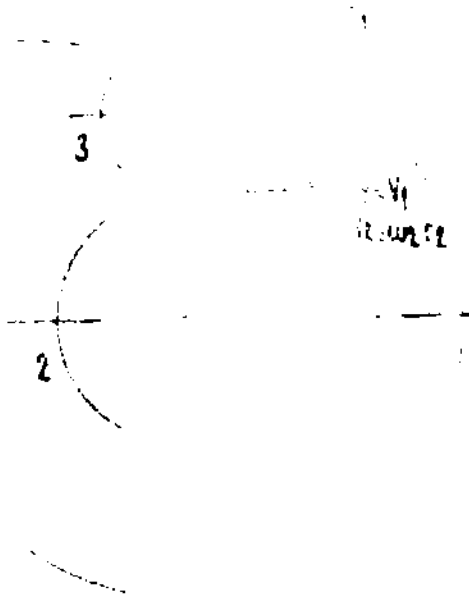


Fig. 4.5.b



Reportul  $\frac{a_2}{a_1} = 1$  deci  $a_2 = 2 \cdot a_1$

de unde rezultă  $k_2 = 2$

$$a_2 = a_1 \cdot 2 \cdot a_1 \quad (4.16)$$

Relația (4.16.) este identică cu (4.15.), deoarece înlocuim cu sursele  $a_1$  și debitele  $a_1$  sunt identice cu cele de la cazul precedent, iar ca funcționare sursele sunt de asemenea identice.

Din aceste motive varianta din fig.4.5.e. pentru grupe de bază este mai avantajoasă prin simplitatea construcției față de varianta din fig.4.5.d. și a fost de asemenea realizată ca variantă proiectată, dar necrucată la mașina G. 45 M/A.

#### 4.1.4. Varianta de bază proiectată și arborarea A.11.

Această variantă a fost executată fizic și încetată pe mașina G. 45 M/A și care a fost pusă în funcțiune în 1983.

Ca principiu, a fost descrisă la pct.3.4.5. Schema cinematică este prezentată în fig.4.6.a. Diagrama de surse și debite este prezentată în fig.4.6.c. comparativ cu cea a mașinii convenționale G. 45 M/A din fig.4.6.b.

Cuplele de depășire dublu sens utilizate în această construcție au fost studiate și concepute special pentru scopul menținerii lor în vederea schemei cinematice din fig.4.6. Construcția acestora este diferită de cea a cuplajelor de depășire convenționale ale arborilor specializați, cum ar fi firma ZAG - France [2.13]. Concepția originală a acestor cuplaje a fost realizată de autor.

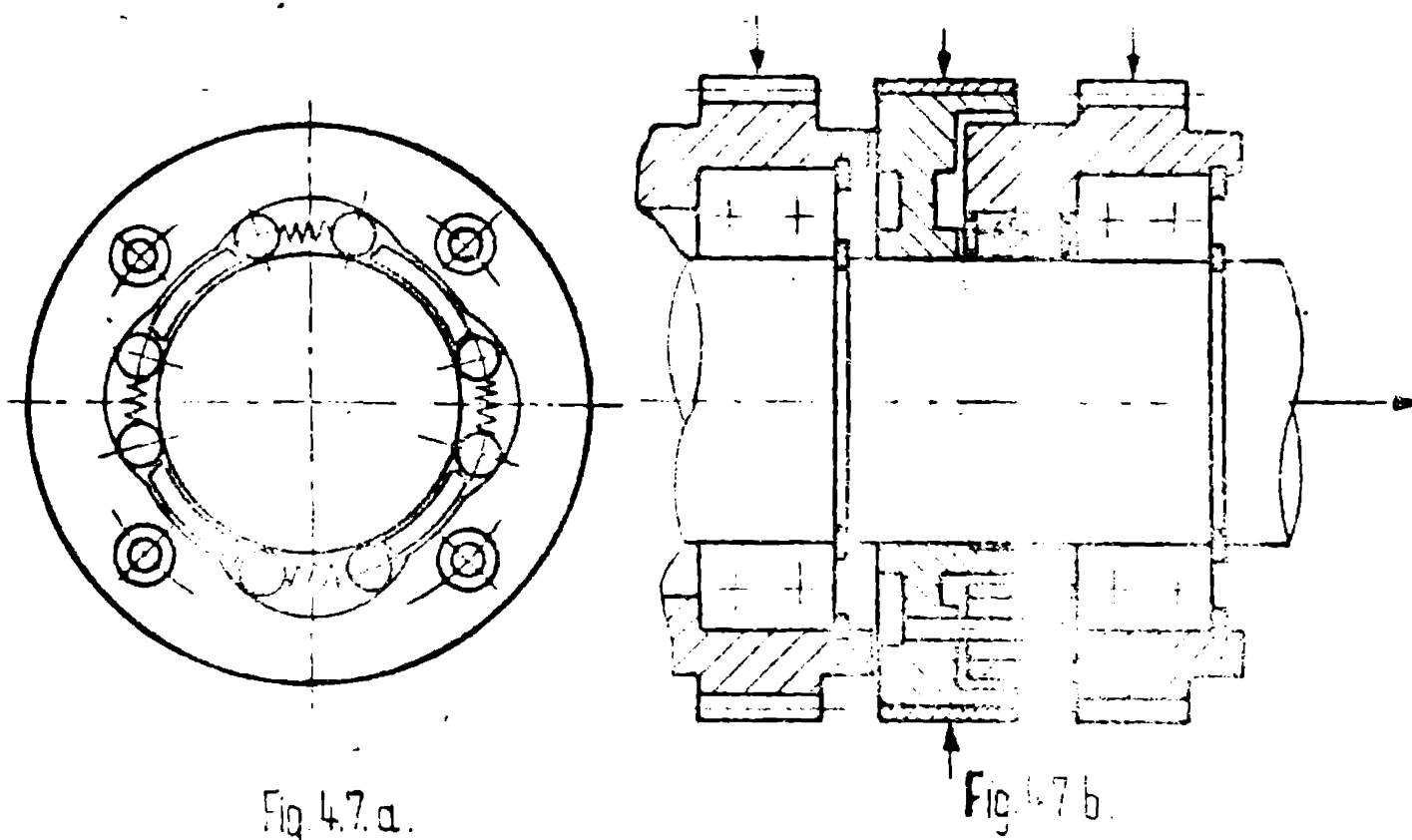
Construcția și funcționarea acestor cuplaje a fost descrisă în lucrarea [3.1.] și se referă la fig.4.7.a. - secțiune transversală și fig.4.7.b. secțiune longitudinală.

Cuplele conține 2 intrări: - o intrare rapidă, care este activată printr-o comandă separată (de exemplu un cuplaj electromagnet) și care se aplică la arborele central sau la carcasa cuplajului, iar de aici spre ieșire.

- o intrare lentă la carcasa cuplajului sau la arborele central și care e legată permanent de lanțul cinematic al mișcării lente, transmișie la arborele central spre ieșire, numai în lipsa mișcării rapide.

Comanda cuplajului se aplică la antrenor, prin realizarea unui mecanism de întărire a șurubului față de carcasa cuplajului, prin care se realizează decuplarea roților de pe axul de depășire a mișcării lente de către cea rapidă. Această comandă se realizează prin frinarea prin fricțiune pe bandajul extern al antrenorului și ale cărui plăci deplesează roțile. Mecanismul de întărire realizat este





permis de jocul dintre știfturile încastrate în corpul antrenorului și găurile din corpul cuplajului.

Cuplajul este dublu - sens, funcționând în mod identic în ambele sensuri.

În corpul cuplajului sînt proiectate profilele active ale camei, care provoacă împănarea roților și transmiterea mișcării spre ieșire.

Acest cuplaj de deșăgire bidirecțional, comandat prin sens, permite modificarea vitezelor la cele 2 îngrări, intrarea rapidă devenind lentă și invers, la ieșire transmitindu-se întotdeauna mișcarea rapidă.

Construcția cuplajelor și modul lor de legare în schemă conf. fig.4.6. elimină dezavantajele de la pct.3.4.5., prin aceea că, pe timpul transitoriu se poate transmite orice valoare de rotație, fiind permise salturile crescătoare sau descrescătoare de rotații, opririle temporare ale ramurilor care dau la îngrările cuplajelor viteza mai mică, precum și înlocuirile mișcării rapide cu cea lentă și invers, la îngrările cuplajelor.

Pentru cazul schemei cinematice din fig.4.6. soluția optimă a cuplajului e cea din fig.4.7.

Referitor la fig.3.35.b.1, care reprezintă schema bloc a acționării, se poate descrie funcționarea în regim transitoriu de salt a rotației:

Cînd  $JM_1$  este cuplat în regim staționar, mișcarea se transmite prin  $GrB, ODD_1$  iar  $EM_1, JM_2$  și  $ODD_2$  sînt oprite, lucru



Fig. 4.8.

perais de  $ODD_2$ . În vederea saltului turației pornește HMR cu valoarea turației noi și  $CEM_2$ , care vor transmite prin  $ODD_2$ ,  $ODD_1$  și GrB, iar la ieșire apare turația cu valoarea cea mai mare de pe cele 2 ramuri. Apoi se oprește GrB prin decuplarea  $CEM_1$  și cuplarea FEM, iar la ieșire se va transmite numai turația de pe ramura paralelă cu GrB, lucru permis

de  $ODD_1$ . La timpul opririi grupii de bază, se deplasează hidraulic baladorii pentru turația nouă, după care se acționează  $CEM_1$  și se decuplează FEM, iar la ieșire se transmite turația cea mai mare. În afârșit, se oprește HMR și  $CEM_2$  și mișcarea de pe ramura paralelă cu GrB, lucru permis de  $ODD_2$  la ieșire transmitându-se turația nouă prin GrB în regim staționar.

Cuplajul din fig. 4.7. poate fi realizat și în schiara celui din fig. 3.37., respectiv cu cele 2 intrări: rapidă și lentă, ne-inversabile, iar comanda cuplajului nu se face prin sens ci prin acționarea avansului rapid. În acest caz dispăre comanda de întărire prin fricțiune a antrenorului. Construcția este prezentată în fig. 4.8.

Acest cuplaj are dezavantajele de la pct. 5.3.5., și ca urmare nu se va utiliza.

Noul cuplaj din fig. 4.7. realizat în schemă în 2 moduri, este prezentat în :

- fig. 4.9. - cuplajul  $ODD_1$  din schema cinematică (demonstrat)
- fig. 4.10. - cuplajul  $ODD_2$  din schema cinematică (demonstrat)

La ambele cuplaje unghiul de întărire la antrenor este asigurat de o comandă separată, fapt pentru care ambele antrenoare sînt dințate și angrenesă cu elementele de comandă, respectiv de la sensul de rotație (fig. 4.6.).

Acste cupleje de dep.șire necesită o execuție precisă și un reglaj corespunzător pentru ca să se asigure funcționarea bună a mecanismii

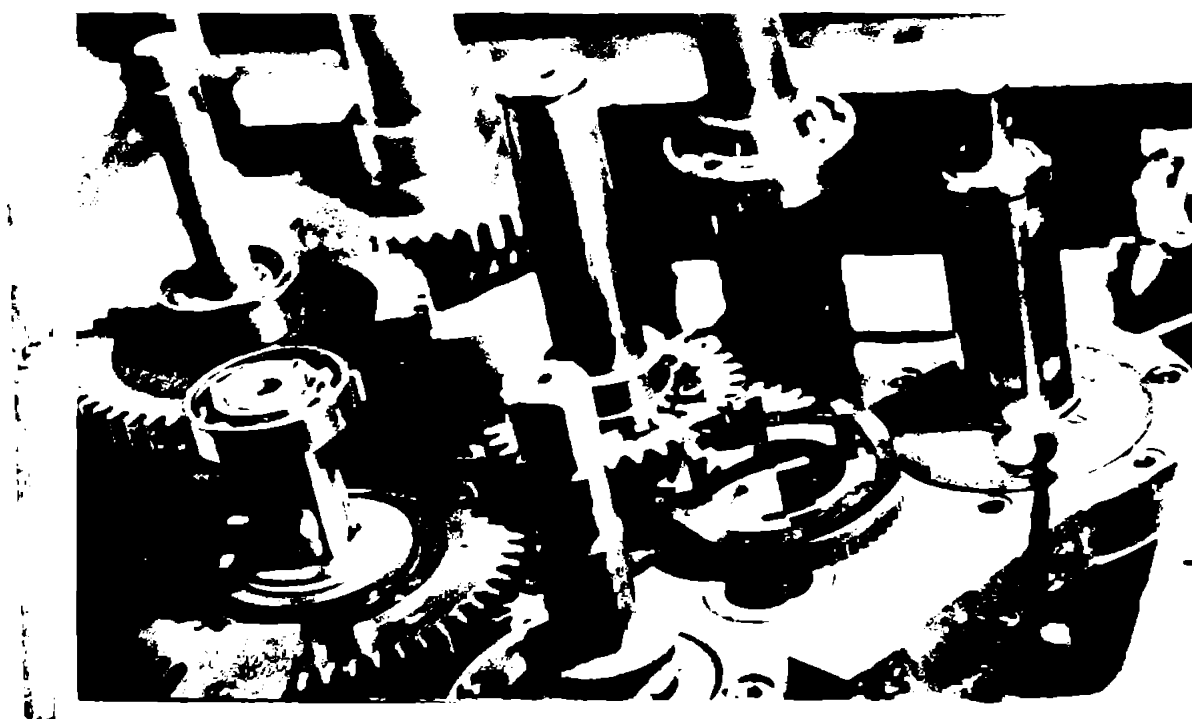


Fig. 4.9.



Fig. 4.10.

Mecanismul sumator situat pe platforma mașinii este prezentat în fig. 4.11.

În construcția acestui mecanism sumator s-au utilizat elemente de tehnologii avansate:

- roți dințate conice cu dinți dreapți, rectificatți pe mașina de rectificat roți dințate conice MAAS, în clasa 5-6 de precizie după DIN, lucru care permite funcționarea la turații ridicate fără zgomot;

- transmisii cu curele dințate armate cu fibre de sticlă, având sarcini ridicate, lipsa jocurilor tangențiale în aceste transmisii, precum și puteri ridicate în gebarite reduse.

Mecanismul sumator asigură rapoartele care dau la ieșire turația:

$$n_0 = n_m \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6}$$

Acste rapoarte sînt cele din fig. 3.20., respectiv fig. 4.6.a.

Însă cum s-a mai precizat, construcția MA permite înlocuirea modulară a unor elemente, obținându-se variante cu MA3 de realizarea a regimurilor tranzitorii de salt a turației din fig. 4.12.

Astfel pe timpul saltului turației, aceasta este preluată pe timp scurt de către MA3 la noua valoare, iar grupa de bază se oprește





Fig.4.11.

rii din mers pe cele 2 ramificații de la EMOC, fie de la grupa de bază, fără alte sincronizări. EMOC este de tip SMUC 17, cu ventilație forțată, care poate prelua pe timp scurt 40 Nm necesari pentru 160 Nm la AP.

Diagrame de turații identică cu cea din fig.4.6.c. prezentată comparativ cu cea a mașinii clasice în fig.4.6.b. realizează 24 trepte pe 2 game, ce corespund cu cele 2 trepte ale grupei succesoare. În interiorul fiecărei game se pot realiza câte 12 trepte cu salturi indiferente, din mers și sub sarcină.

Turațiile motorului EMOC sînt 90 - 1800 rpm obținute prin variator VRM.

#### 4.1.5. Comanda hidraulică a ACP

Aceasta asigură următoarele funcționări:

- comanda rotirii HMR cu turație variabilă și sens adecvat obținerii saltului turației de ieșire din ACP;

- comanda deplasării baladorilor din grupa de bază și grupa succesoare. Restul de funcțiuni elemente mașinii convenționale se mențin pentru instalația hidraulică, după cum urmează:

- blocajele axelor X, Y, Z, W;
- echilibrul vertical al păpușii;
- fixarea sculei în conul arborelui principal;

În cazul saltului turației în regim AC, se utilizează funcțiunile referitoare la comanda HMR și a deplasării baladorilor din grupa de bază.

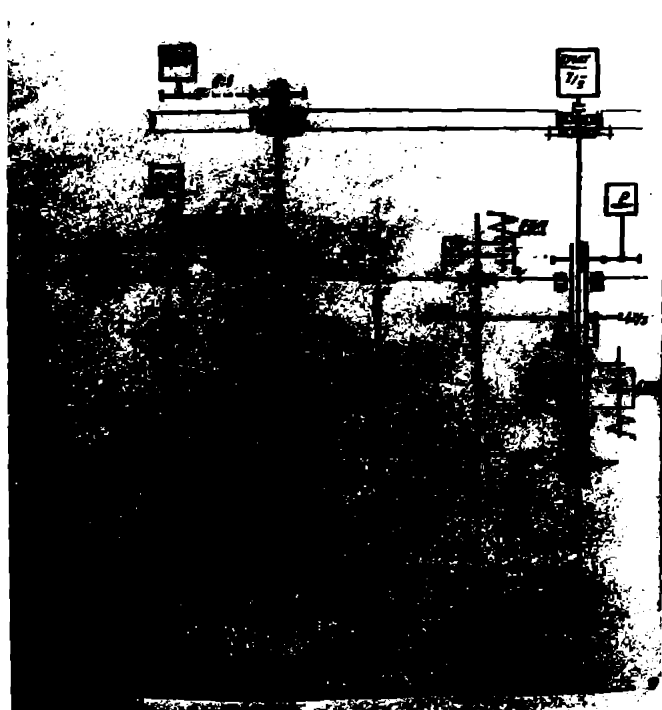
Schema hidraulică pentru deplasarea baladorilor corespunde cu cea din fig.3.3.

Valorile turațiilor, care corespund cu diagrame de turații din fig.4.6.c., se realizează pe baza ciclogramei din fig.4.13. , respectiv pentru cele 2 game de turații cu salturi din mers și sub sarcină.

În ceea ce privește comanda HMR, aceasta se realizează în bu-

te prin CEM și FEM în vederea re poziționării pe cale hidraulică a baladorilor, după care grupa de bază re pornește prin CEM și FEM, iar EMOC se oprește ca urmare a preluării turației de către grupe de bază. Acest mod de lucru este posibil datorită existenței celor 2 cuplaje de depășire  $CD_1$  și  $CD_2$

care permit preluarea mișcă-



$\gamma$	$\beta$	$d$	$\beta$	M	$\alpha$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$
2500	450	mil.	SUS	I	X	X	X	X
1800	280	SUS	SUS	I	X	X	X	X
1250	224	mil.	SUS	II	X	X	X	X
1000	180	IOS	SUS	I	X	X	X	X
800	140	SUS	SUS	II	X	X	X	X
630	112	mil.	IOS	I	X	X	X	X
500	90	IOS	SUS	II	X	X	X	X
400	71	SUS	IOS	I	X	X	X	X
315	56	mil.	IOS	II	X	X	X	X
250	45	IOS	IOS	I	X	X	X	X
200	35	SUS	IOS	II	X	X	X	X
125	224	IOS	IOS	II	X	X	X	X

Fig. 4.13

olă închisă printr-un generatorul  $AG_D$ , interfață și blocul servoregulator.

Acest bloc servoregulator, de construcție originală și evident în construcția se elemente hidraulice tipizate de la I. Balanța Sibiu, realizează următoarele funcțiuni ale motorului hidraulic tip 712 Ex 25° - (I.M. Ploeni):

- comanda sensului de rotație al HMR (orar sau antiorar);
- comanda creșterii sau scăderii turației HMR, după o lege liniară ou pantă ajustabilă;
- comanda mersului lent sau rapid al HMR, la care:  $n_H$  rapid =  $2 \cdot n_H$  lent (cu variație în treaptă față de valoarea reglată continuu-aceste fiind necesară în vederea corelării cu cele 2 turații de la EMAT în raportul 2:1).

Schema de principiu a blocului servoregulator este prezentată în fig. 4.14., iar în fig. 4.15. este fotografia blocului servoregulator montat pe panoul hidraulic propriu și care deservește împreună HMR. Restul instalației hidraulice a mașinii este nemodificată față de mașina clasică, având un al 2-lea panou hidraulic, care de fapt este cel refolosit de la mașina GR 45 NC.

#### 4.1.6. Comanda electrică a mașinii GR 45 NC/AC

Aceasta a fost realizată pe o schemă pe relee prin modificarea schemei electrice a mașinii GR 45 NC, precum și modificări în hardware la echipament NC și interfață.

În acest sens se modifică următoarele funcții de bază:

- comanda motorului principal în 2 trepte de turații ou salt din zero ou relee de timp;
- realizarea a 3 regimuri de lucru: regim normal (NO sau com-

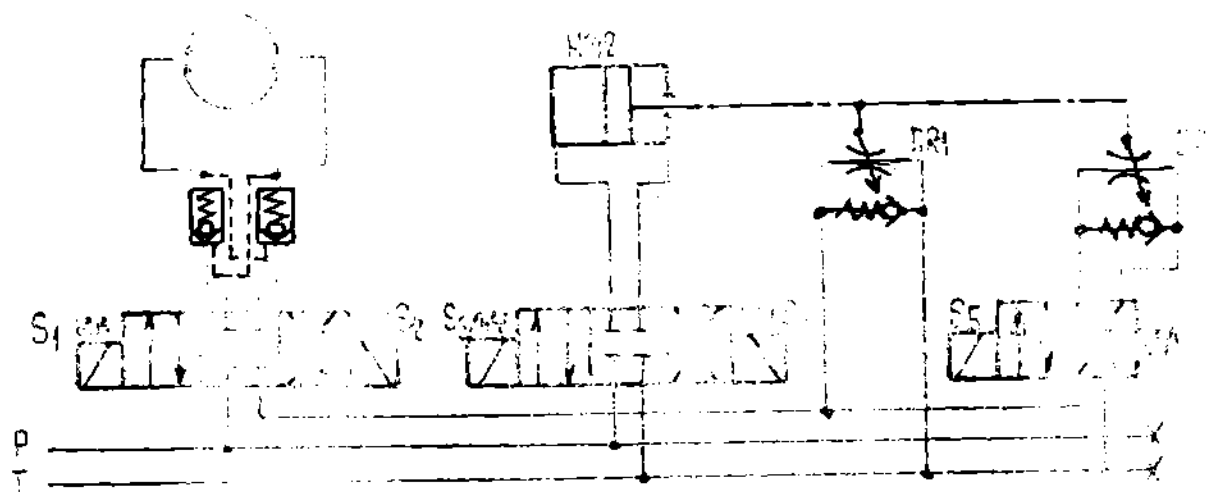
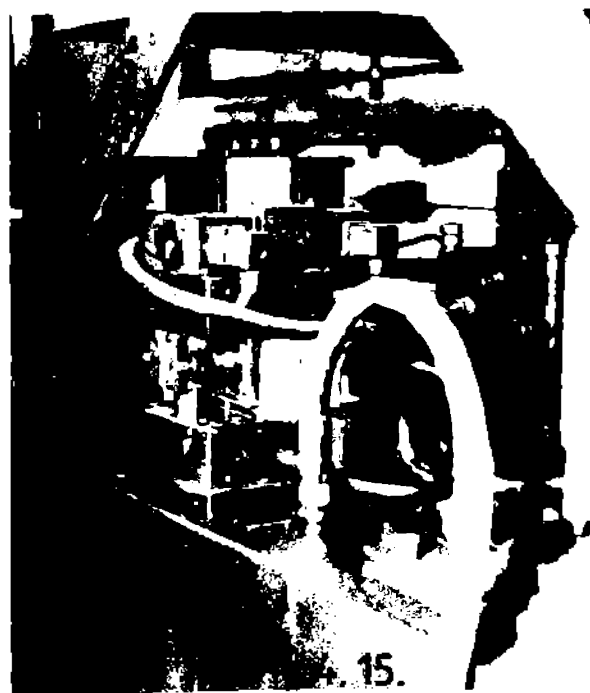


Fig. 4.14.



vențional), regim de simulare (reglare), regim AC.

- realizarea gamelor de turații programabile prin funcțiile  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ;
- realizarea funcției de autorizare AC - programabilă cu funcția  $M_{13}$ ;
- realizarea comenzii secvențiale a pinolei pentru 6 valori preregulate de adâncimi de reglare a poziției pinolei, realizate prin modificarea funcției  $T_{01} + T_{06}$  și

start în ciclul pinolei, cu funcția  $M_{06}$ ;

- modificarea funcției  $H_{01} + H_{99}$  pentru programarea sculei, cu rol de vizualizare a sculei programate și oprire a citirii până la validarea schimbării manuale a sculei;
- introducerea schimbării rapide a sculei cu comandă manuală prin butoane;
- introducerea confirmării de la NC a existenței avansului de lucru (altul decât cel rapid sau cel de poziționare), care autorizază regimul AC pe axa z.

Interfața este realizată pe o placă montată în echipamentul NC, cu legare prin cuple cu restul instalației electrice, având foto în fig. 4.16.

Schema bloc a interfeței este prezentată în cap. 5.

Echipamentul NUMEROM 321-3 realizat în structură hardware cu tranzistoare cu siliciu, a fost modificat în sensul celor precizate mai sus, având funcțiile suplimentare  $M_{11}, M_{12}, M_{13} + H_{01} + H_{99}$ ,

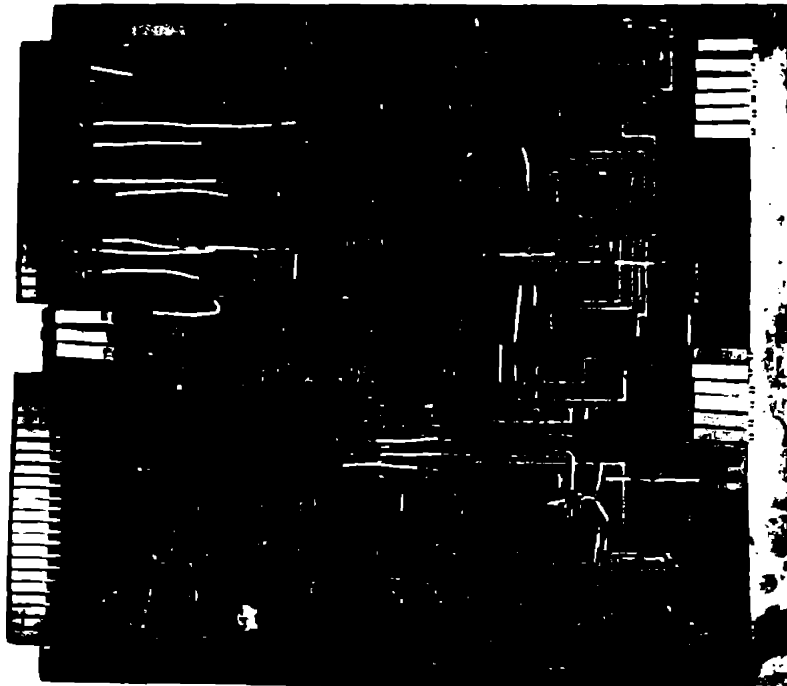


Fig. 4.16.

45 NC/AC în ansamblu.

În fig.4.17.b. este prezentată zona de amplasare a traductorilor pentru  $M_z$ , iar în fig.4.17.c. pentru  $F_{ax}$ .

#### 4.2. Construcția ACP adoptată la mașina GJR 50 NC

Mașina de găurit verticală cu masă de poziționare și cap revolver tip GJR 50 NC, este de fapt un minicentru de prelucrare verticală, realizat prin modernizarea mașinii GJR 45 NC, al cărui proiect, condus de autor, a fost terminat în trim. II 1983, iar în prezent este în curs de realizare a prototipului la întreprinderea "INFRATIREA" Oradea.

La această modernizare s-a plecat de la cele mai noi modele pe plan mondial [4.2.], [4.3.], cu scopul realizării unei mașini competitive la performanțe și preț, având în vedere faptul că se va produce în serie, în locul mașinii GJR 45 NC.

##### 4.2.1. Considerații privind mașina în ansamblu

Noul produs se caracterizează prin următoarele:

- Suprafața mesei 500 x 800 mm;
- Cursele :  $x = 710, y = 420, z = 500$ ;
- Nr. de scule: 10 x ISO 40;
- Distanța minimă de la AP la masă: 250
- Precizia de poziționare în NC:  $FEM = 0,02$ ;  
repetabilitate  $R_{pu} = 0,01$ ;
- Schip. CNC - de contourare pe 2 axe comutabile;
- ACA - prin MEC de tip MEC 17 cu reductor prin curea dințată și FEM cu erouzi, independent pe fiecare axă, avansuri 10 - 10000 mm/min;
- ACP - prin MEC, cu reglaj continuu al turației prin variator cu tiristori, de comandă la încus și la excitație cu reglaj

confirmare avans de lucru,  $M_{14}$  (anulare AC).  
Ca urmare a modificărilor sus menționate s-a realizat modificarea pupitrului mașinii, prin realizarea unui etaj suplimentar destinat EME, iar selecția turațiilor a fost modificată la pupitrul de bază (fig.4.17.). În fig. 4.17.a. este prezentată fotografia mașinii G-

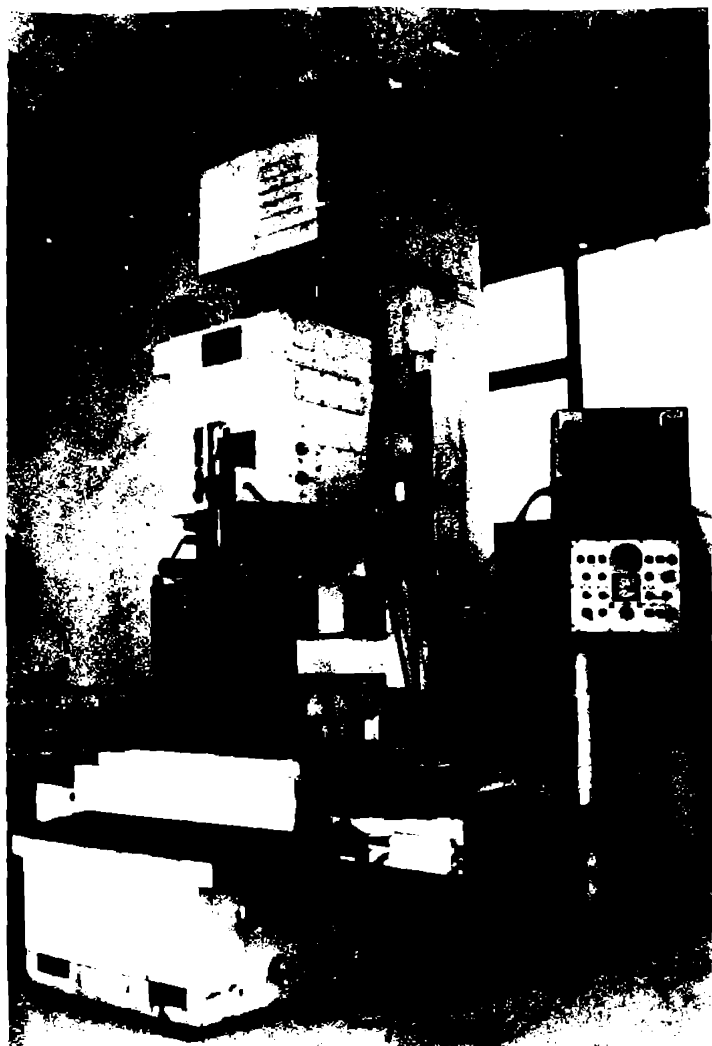


Fig. 4.17.a.

la  $P = 0,7$ , iar grupa succesoră prin 2 rapoarte comutabile, realizate cu transmisii prin curele dințate, turații 56-4000 rot/min. Față de vechiul produs GPR 45 NC, s-au adus următoarele îmbunătățiri:

- Numărul total de repere specifice s-a redus de la 1440 la 530, prin simplificarea construcției din punct de vedere mecanic;
- Instalațiile: hidrolică, ungere și pneumatică, au fost complet eliminate;
- Roțile dințate au fost complet eliminate, fiind înlocuite cu transmisii fără joc, prin curele dințate;
- Ghidajele de alunecare au fost înlocuite cu ghidaje de rostogolire pe rigle de ghidare

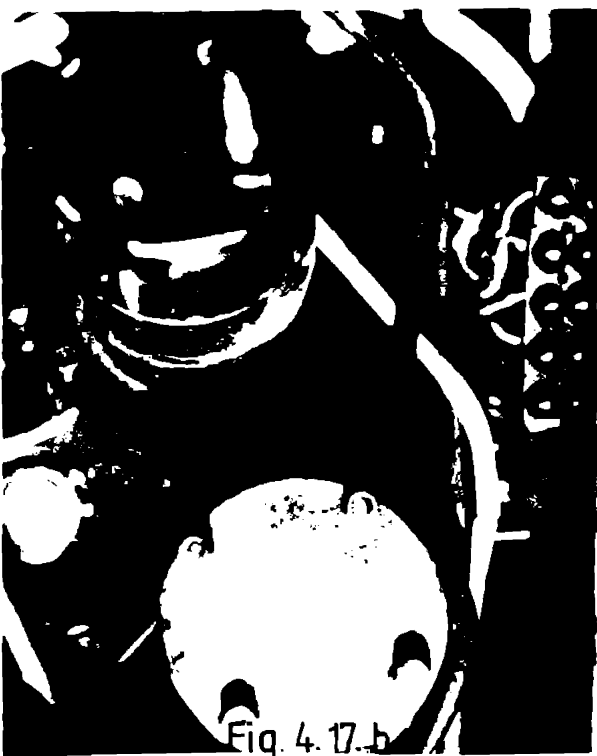


Fig. 4.17.b.

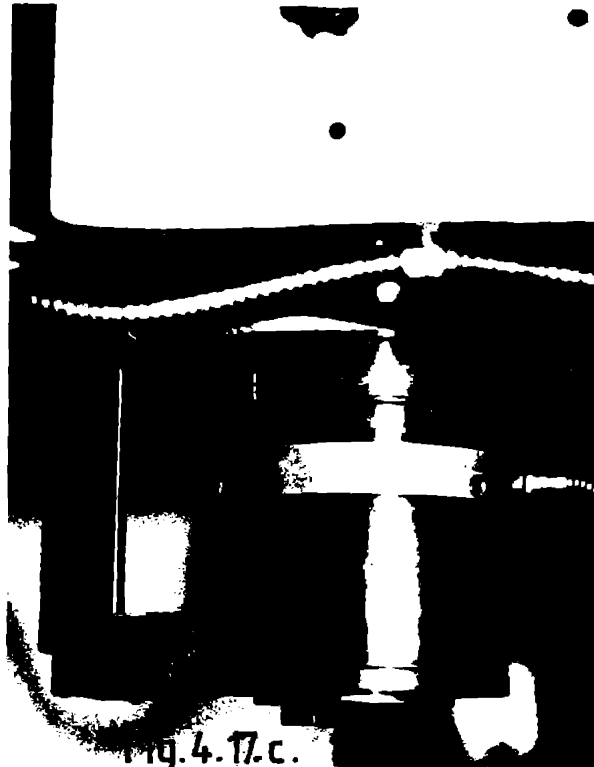


Fig. 4.17.c.

masive din oțel de scule crescând randamentul, viteza de revenire rapidă și scăzând timpul de accelerare-frînare la 250ms.

- Lanțurile cinematice au fost scurtate și realizate fără joc tangențial între elementul de acționare și veriga executantă.

- Pulele revolver cu 6 arbori principali și cuplaj Hirth de indexare, a fost înlocuită cu un magazin de scule cu 10 posturi în formă de tambur conic, de construcție originală realizată de autor [4.4].



care nu mai necesită instalație hidraulică, iar mașina este monocax, având în acest fel un număr mai redus de elemente mecanice. Pe de altă parte, se elimină o axă de poziționare unghiulară cu traductor rotativ prin echipament NC - care este necesară pentru poziționarea magazinului la alte construcții cu magazin în formă de tambur conic legat cinematic de arborele principal pe timpul selectării unei soule [4.2.] .

- Numărul total de elemente de confirmare este foarte redus 16 microîntrerupători pentru limitele de cursă, avarie și etalonare la cele 3 axe NC (concentrați în 3 blocuri de microîntrerupători cu 6 piste), 4 microîntrerupători la păpușă, 2 microîntrerupători la magazinul de soule, 2 microîntrerupători la platformă, 5 traductori de proximitate pentru identificare soule, 1 traductor de proximitate la îndexare broșă, 1 traductor de proximitate la evacuare soule (total 31 elemente).

- Schema logică de comandă a mașinii este simplificată datorită numărului redus de elemente acționate și confirmări, astfel că numai necesită dulap de relee sau automat programabil, ci se realizează prin interfațe programabilă a echipamentului NC, din memoria căruia se ocupă un loc de cea. 30 %, iar restul rămânând disponibil pentru alte genuri de automatizări.

- Mașina este echipată cu NUMAKROM 530 CNC, de construcție compactă, apt pentru lucrări de conturare pe 2 axe comutabile, echipament care este dotat cu interfață programabilă cu un volum de memorie de 8 KO, aptă pentru cele 4 operații aritmetice, ecuații logice, temporizări, conținerizări, tabele de valori - ce și un mini-automat programabil, dar care este suficient pentru o construcție cu puține elemente de comandă.

- Prețul total al mașinii este cu cea. 12 - 15% mai redus decât al mașinii GPR 45 NC (care avea performanțe mult inferioare și nu avea conturare);

- Fiabilitatea noului produs va fi net superioară (MTBF = 1000 ore), datorită construcției mai simple a mașinii;

Noul produs este astfel conceput încât să poată fi echipat cu SOA fără a se efectua modificări mecanice, ci doar la partea electrică - respectiv la interfața programabilă, prin programe adecvate prezentate în cap. 5.

Se prezintă în fig. 4.16. Schema cinematică a mașinii.

Magazinul de soule în formă de tambur conic NC, este culisat pe fața frontală a păpușii, executând introducerea/extracția soulei în/din alezajul conic al AP, culisarea făcându-se prin deplasarea păpușii înafara limitei superioare de cursă față de un tampon fix  $L_1$ .

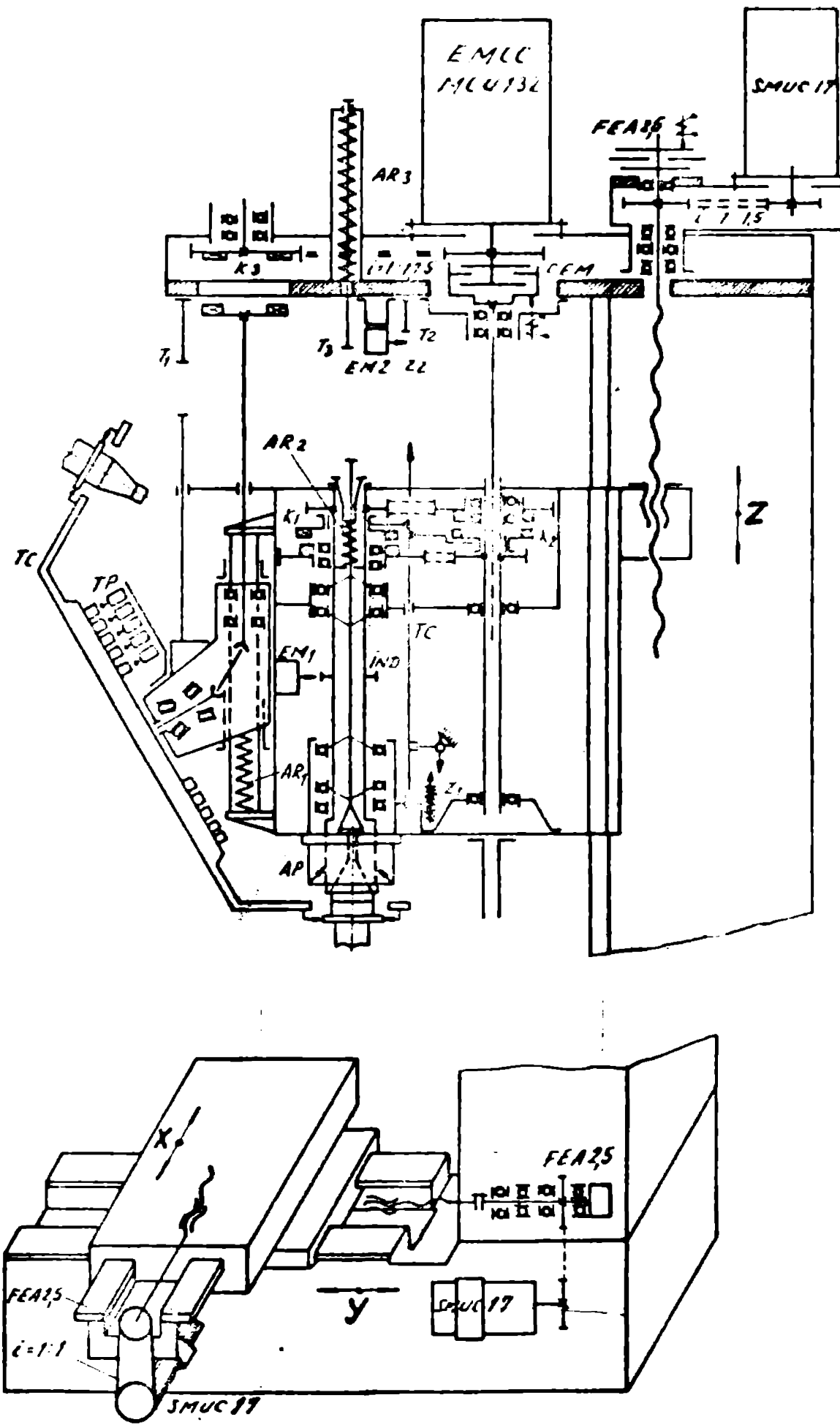


Fig. 4.18.

care oprește magazinul și comprimă arcurile de ridicare ale magazinului  $AB_1$ , iar rotația acestuia se face prin cuplarea provizorie - în poziție superioară a păpușii prin  $K_2$ , a unui lanț cinematic auxiliar de la motorul principal EMCC și utilizând pentru poziționare 5 traductori de proximitate TP; 4 pentru codificare binară și 1 pentru oprire în poziție, iar pe timpul rotației magazinului, lanțul cinematic principal este întrerupt prin CEM.

#### 4.2.2. Arborele principal și completul său

Construcția acestuia diferă de cazurile clasice prin următoarele:

- Lăgăruirea pe rulmenți radial-axiali cu bile în tandem cu 3 rulmenți în față și 2 rulmenți în O pentru lagărul din spate, ungere cu unsoare, turajie ridicată;
- Legătura la grupa succesoare prin roți cu curea dințată;
- Sistem de indexare unghiulară END cu roată și clichet acționat electromagnetic ca urmare a detecției anticipate a poziției prin detector de proximitate și decuplarea rotirii prin CEM la grupa de bază;
- Dispozitiv de fixare automată a soulei prin bucsă elastică de strângere și bucsă elastică de înzăvorire, acționate prin arcuri.

Arborele principal nu este prevăzut cu traductori pentru  $F_{ax}$  și  $M_c$ . Preluarea valorii  $M_c$  se face prin detectarea curentului absorbit de EMCC, aceasta fiind posibilă prin faptul că transmisia prin curele din grupa succesoare este cu randament bun, fără joc și amortizare de vibrații (variantă fără traductori).

#### 4.2.3. Preluarea momentului de aşchiere $M_c$

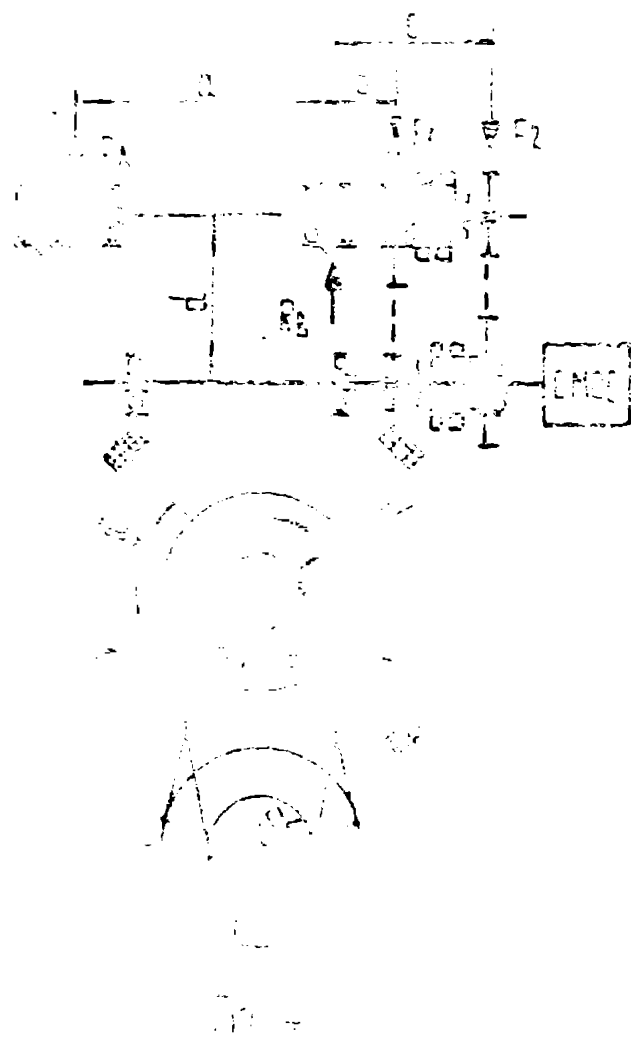
În fig.4.19. este prezentat principial modul de identificare a momentului de aşchiere  $M_c$ , prin detectarea valorii reacțiunii în lagărul superior al A (variantă cu traductori).

Această reacțiune apare ca direct proporțională cu  $M_c$  pentru subele repoarte cu curele dințate ale grupei succesoare, pe direcțiile  $R_{A1}, R_{A2}$  ale pastilelor traductoare, montate în perechi opuse, aşesate la  $45^\circ$ .

$$F_1 \cdot b = R_{A1} \cdot a, \quad (4.17.a.); \quad F_2 \cdot c = R_{A2} \cdot a, \quad (4.17.b.);$$

$$R_{B1} = F_1 + R_{A1} = F_1 \left( 1 + \frac{b}{a} \right), \quad (4.18.a.); \quad R_{B2} = F_2 + R_{A2} = F_2 \left( 1 + \frac{c}{a} \right), \quad (4.18.b.);$$

$$R_{\alpha B1} = R_{B1} \cdot \cos \left[ \frac{\pi}{4} + \arctg \frac{F_2 - F_1}{a} \right], \quad (4.19.a.)$$



$$R_{\beta B_1} = R_{B_1} \cdot \cos \left[ \frac{\pi}{4} - \arctg \frac{r_2 - r_4}{d} \right], \quad (4.19.b.)$$

$$R_{\alpha B_2} = R_{B_2} \cdot \cos \left[ \frac{\pi}{4} + \arctg \frac{r_2 - r_4}{d} \right], \quad (4.19.c.)$$

$$R_{\beta B_2} = R_{B_2} \cdot \cos \left[ \frac{\pi}{4} - \arctg \frac{r_2 - r_4}{d} \right], \quad (4.19.d.)$$

$$R_{\alpha B_1} = \frac{M_{t1}}{r_4} \left( 1 + \frac{b}{s} \right) \cdot \cos \left[ \frac{\pi}{4} + \arctg \frac{r_2 - r_4}{d} \right], \quad (4.20.a.)$$

$$R_{\beta B_1} = \frac{M_{t1}}{r_4} \left( 1 + \frac{b}{s} \right) \cdot \cos \left[ \frac{\pi}{4} - \arctg \frac{r_2 - r_4}{d} \right], \quad (4.20.b.)$$

$$R_{\alpha B_2} = \frac{M_{t2}}{r_4} \left( 1 + \frac{b}{s} \right) \cdot \cos \left[ \frac{\pi}{4} + \arctg \frac{r_2 - r_4}{d} \right], \quad (4.20.c.)$$

$$R_{\beta B_2} = \frac{M_{t2}}{r_4} \left( 1 + \frac{b}{s} \right) \cdot \cos \left[ \frac{\pi}{4} - \arctg \frac{r_2 - r_4}{d} \right], \quad (4.20.d.)$$

Alegerea metodei de măsurare directă a  $M_t$  s-a făcut ca urmare a faptului că, deși ACP este acționată de un EMCO de tip MCO 132, nu este posibilă preluarea curentului din indus ca măsură a lui  $M_t$ , deoarece  $M_t$  nu este proporțional cu  $I_s$  decât în regim subnominal.

Din fig.3.21., se vede că în regim subnominal  $I_s$  are o variație parametrică cu  $n$ :  $I = f(n)$ , lucru care complică detecția lui  $M_t$ , ceea ce lucru necesită un model matematic pentru  $I = f(n)$  și un algoritm de calcul în funcție de parametrul  $n$ .

#### 4.2.4. Variante proiectate pentru ACP

##### 4.2.4.1. Variante cu EMCO de putere constantă în grupa de bază

Schema cinematică din fig.4.18. corespunde acestei variante iar diagrame de turații, cupluri și puteri este în fig.4.20.

Motorul principal ales este un MCO 132, avînd  $P = 4,3$  Kw,

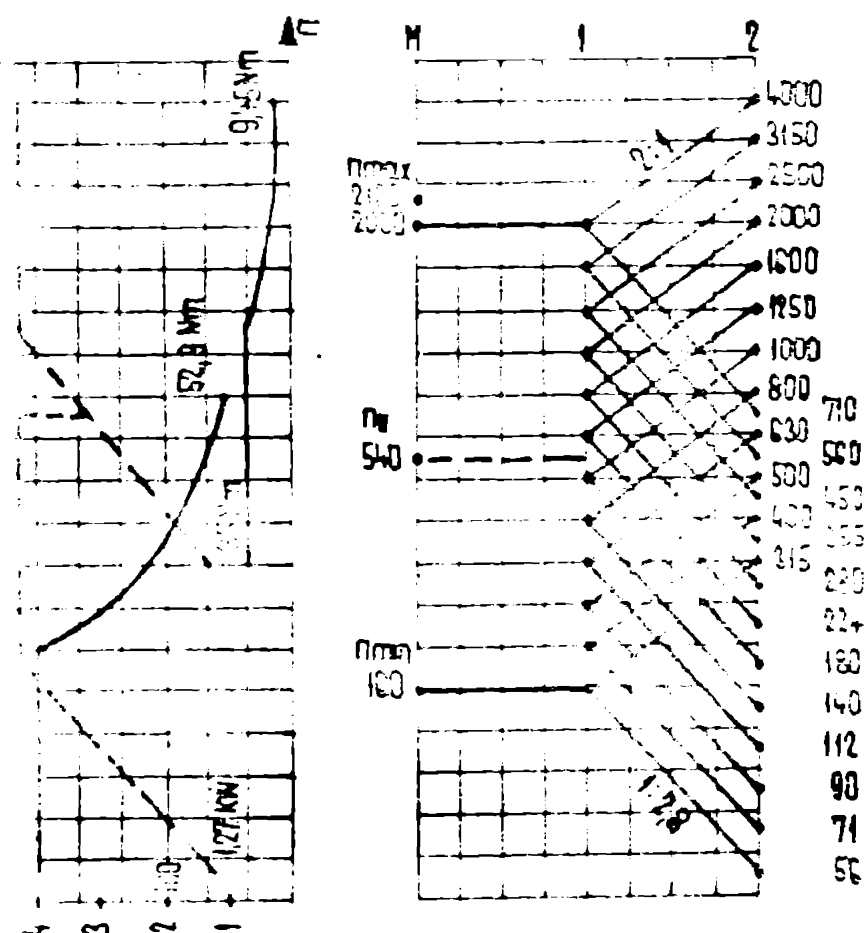


Fig. 4.20

$n_n = 540 \text{ rot/min}, n_{max} = 2160 \text{ rot/min}$ , raport de reglare la  $P_{ot}$  de 4 : 1, variatori cu tiristori tip API 380/50 - 35 (VANEK).

Cuplajul CEM este acționat pe timpul rotației AP și desacționat la poziționarea indexată a AP și pe timpul rotației ei magazinului de scule, iar lanțul cinematic auxiliar este întrerupt pe timpul rotației AP, întrucât păpușe nu se află în poziția de schimbare a sculei.

Motorul SCU 132 asigură  $76 M_m$  la  $n_n$ , care se

menține în regiă subnomină și se asigură  $M_t = 196 M_m$  la gama joasă de turații, respectiv  $35 M_m$  la gama înaltă de turații, ceea ce este adecvat pentru  $160 M_m$ , cât este caracteristică mașinii pentru schimbare la  $\varphi_{max}$ .

**4.2.4.2. Variante cu EMOC și mecanica sumator în grupa de bază**

Schemă cinematică este prezentată în fig.4.21.a., iar diagrame de turații, cupluri și puteri în fig.4.21.b.

Din fig.4.21.a. se vede că motorul principal este un motor sincron cu 2 turații 6,5/5,2 Kw, 2850/1530 rot/min, gabarit 132 M 38, care duce fluxul principal de putere prin mecanismul sumator și asigură un cuplu la ieșire din mecanismul sumator MS de  $64 M_m$ , respectiv un cuplu maxim de  $164,6 M_m$  la AP.

Al 2-lea motor d. tip SMC 22 B, având ventilator; funcționează în regiă de motor sau frână în funcție de sensul cuplului rezistent față de turația motorului. EMOC are 2 senzori de rotație, turația se însumându-se sau scăzându-se din turația de la EMAT, după relația:

$$n_e = \frac{n_1 + i \cdot n_2}{2} \tag{4.21.}$$

în care:  $n_e$  - turația de ieșire din MS;  
 $n_1$  - turația de la EMAT;  
 $n_2$  - turația de la EMOC;



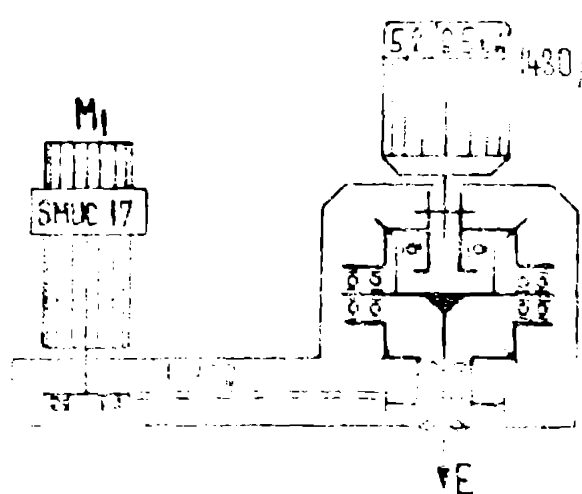


Fig. 4.21.a

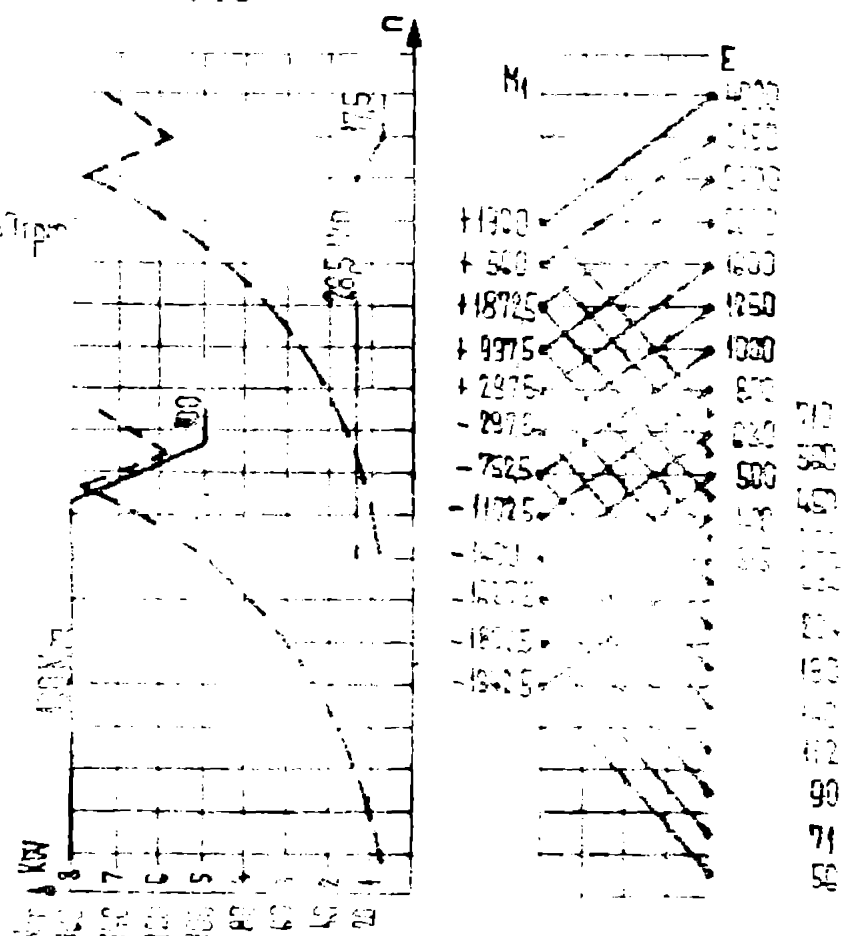


Fig. 4.21.b

1 - raportul de intrare al EMCC, respectiv 1:1,76;

Metoda de calcul pentru astfel de mecanisme planetare, cu însușirea/scăderea mișcărilor de intrare și obținerea unei turații variabile la ieșire, este prezentată în lucrarea [4.5.], iar principiul de combinare și performanțele obținabile sînt date în [4.6.] .

Cuplul de ieșire de 64 Nm, prin MS și transmisia cu curele dințate cu raportul  $i=1:1,76$ , va acționa cu un cuplu redus la arborele EMCC de 20 Nm, ținîndu-se cont și de randamentul de 0,92 al acestui lanț cinematic. EMCC în stare ventilată, asigură cea. 26 Nm stit în regim de motor, cit și în regim de frînă, la care e-a asigurat și pierderile datorită eventualității execuției motorului cu magneti permanenți din ferită în loc de ALNICO, caz în care cuplul maxim fără ventilație este 17 Nm. În fig. 4.21. b., sînt date la numitorii turațiilor de ieșire din GrB, valorile turațiilor EMCC, cu semnul + pentru regim de motor și cu semnul - pentru regim de frînă. Regimul de frînă este considerat atunci cînd, momentul rezistent redus la arborele EMCC acționează în sensul embalării motorului pentru turația reglată. Turația maximă pe ambele sensuri de rotație este 2000 rpm, care poate fi asigurată de motorul, alimentat cu variatorul VRM. Din fig. 4.21. b. se observă că domeniul de funcționare la P10t este mai redus decît în cazul de la pot. 4.2.4.1., iar diagrama de puteri este discontinuă, în special pe intervalul 715-1000 rpm, unde pe gama largă de turații se pot executa lucrări de finisare sub 710 rpm, sau găuriri avînd diametre mici peste 710 rpm. Din punct de vedere practic corespund cu utilitate mașinii, dar

trebuie introdus un sistem de protecție automată, astfel ca, în cazul depășirii cuplului maxim la EMOC, să se pună în funcțiune o alarmă sonoră pentru avertizarea operatorului, în scopul reducerii reglajului de lucru.

A<sub>2</sub> este variantă de acționare este în curs de experimentare [4.7.] și poate înlocui în viitor varianta de bază de la pct. 4.2.4.1. în acest scop ambele variante având construcție modulară, ce permite schimbabilitatea lor. Această înlocuire aduce următoarele avantaje:

- prețul mașinii scade cu cca. 140.000 lei, preț compus din diferențele de preț ale dulapurilor electrice, din care se scad diferențele de preț ale organelor mecanice ale grupelor de bază;
- gabaritul instalației electrice se reduce extrem de mult, permițând montarea întregii instalații electrice într-un dulap mic amplasat pe partea dreaptă a montanului;
- dispariția jgheburilor aeriene între mașină și dulapul electric;
- reducerea suprafeței ocupată de mașină în hală.

Mecanismul sumator în acest caz are 4 roți conice cu dantură Gleason rectificată în clasa a 4-a de precizie, lucru realizabil la întreprinderea "INFRAIERBA" Craiova, care este și producătorul mașinii. Aceste roți sînt silențioase la turații pînă la cca. 4000 rot/min, față de max 2000 cîr are GrB.

#### 4.2.4.3. Grupa succesoră cu curele dinate

Soluția acestei construcții noi la ACP de la centre de prelucrare este prezentată în [4.6.].

Această soluție se vede și în schema cinematică din fig. 4.18.

Cele 2 rapoarte ale grupe succesoră sînt realizate cu 2 transmisii prin curele dinate arnate cu fibră de sticlă, și care se cuplează prin intermediul a 2 cuplaje cu sășii  $K_1, K_2$ , acționate de 2 furci, care sînt montate pe o tijă comună de comandă EC. Această tijă are 2 poziții înălțate - e zăvorul  $Z_1$  și confirmate electric prin 2 micșintrerupători. Comanda celor 2 poziții ale tijei se face prin deplasarea spre poziția superioară a păpușii și componate în rașonul fix  $E_2$  - caz în care se cuplează gama joasă de turații, sau prin activarea zăvorului  $Z_2$  prin electromagnetul  $EM_2$ , la coborîrea păpușii din poziția superioară, respectiv cînd se cuplează gama înaltă de turații.

Rot prin mișcarea de ridicare - coborîre a păpușii (în afara limitei superioare de comandă) are loc comanda eliberării - stringerii soulei în AP, prin traponarea în rașonul mobil  $E_3$  a tijei centrale din  $AK$ , sub acțiunea probetelor de arcuri  $AK_2$  din interiorul AP și

respectiv AR<sub>2</sub> de la componul mobil A<sub>3</sub>.

Această soluție pentru grupa susesoare are următoarele avantaje față de cazul clasic cu roți dințate:

- eliminarea instalației de ungere și dezavantajelor acestuia (sourgeri de ulei, bazine de ulei, etc.), precum și a instalației hidraulice de comandă a baladorilor;
- mers silențios la turajii ridicate;
- transmisii fără joc, cu îmbunătățirea calității suprafeței la frezarea de finisare;
- simplitatea construcției și a instalației electrice, care are un singur element comandat (AM<sub>2</sub>);

#### 4.2.5. Opțiuni ale echipamentului NC

Mașina GOR 50 NC nu are regim de funcționare convențională ci numai prin echipament NC. Ca atare toate funcțiile mașinii sunt preluate prin NC și interfața acestuia, sub formă de comenzi directe sau subprograme, pentru realizarea diferitelor funcțiuni [4.9.] .

Echipamentul are o construcție compactă, incluzând tastatura și interfața și constituie însăși pupitrul mașinii.

Optional se poate monta în dulapul electric cititorul de bandă. În mod curent programul piesă nu necesită cititor de bandă, suportul acestui program fiind memoria echivalentă a cca. 35 m de bandă program perforată, care se introduce frază cu frază direct de la tastatură, la începutul lucrului, permițându-se și eventuale corecții pe parcurs în timpul optimizării acestui program pe prima piesă de prelucrat.

Existența interfeței programabile, permite renunțarea la automatul programabil, dacă volumul de program este compatibil în volumul de memorie disponibilă, această interfață se bazează pe microprocesor propriu, permițând printre altele și cele 4 operații aritmetice, dacă se programează ca atare.

Aceste performanțe permit implementarea unui program (soft) adecvat, astfel ca mașina să devină aptă să-și autoprogrameze regimurile de așchiere optime și să-și corecteze aceste regimuri în timpul procesului din mers și sub sarcină - adică SCA.

Algoritmul în cauză pentru procedeul de găurire este prezentat în cap. 5. În plus, față de partea hardware propriu-zisă a echipamentului, în instalația electrică a mașinii mai trebuie introdus modulul de conversie analog - numerică pentru M<sub>6</sub> - preluat conf. pot. 4.2.3., și transmis pe magistrale de 8 biți la interfața NC. Acest modul încă nu este asigurat de IFA pentru NUMEROM 530 CNC. În schimb, pentru automatul programabil AR 117, este în curs de asimilare la IFA modulul IAN 08, care eventual poate fi adaptat pentru scopul mai sus menționat

realizându-se un hard special pentru mașină.

Acest hard special trebuie să cuprindă totodată și DMA, pentru referință variatoare, precum și ieșirile pe triac și transistoare după interfațe programabilă.

#### 4.3. Concluzii privind construcția AAT

Încercările diferitelor soluții s-au axat pe două mașini:

- GFR 45 NC/AC - pentru construcții cu reglaj al turației în trepte, având cutie de viteze cu baladori comandați hidraulic și regim tranzițor comandat în 2 variante: cu RMA și respectiv cu EMCC de cuplu const.

- GCR 50 NC - (care este varianta modernizată a mașinii GFR 45 NC), pentru construcții cu reglaj continuu al turației, având 2 variante pentru ACP:

- EMCC de putere const. și grupă succesorare;
- EMCC de cuplu const. și acc. sumator în grupa de bază.

Rezultatele încercărilor sînt prezentate în cap.6

La baza subelor mașini a stat mașina GFR 45 NC, din care au fost apoi realizate variante constructive. Ultima construcție și cea mai nouă - GCR 50 NC, în prezent în curs de asamblare pentru producția de serie și export, are la bază soluții din prezente teză, prin care se elimină practic toate neajunsurile ce existau la mașina GFR 45 NC, devenind astfel o mașină de viitor cu posibilități diverse de automatizare atât privind partea NC (conturare, magazine de scule cu capacități de 10, 15, 20 scule), cât și partea de supraveghere a procesului de așchiere (detecția automată a uzurii și ruperii sculelor, programarea automată a regimurilor de așchiere, corecția automată a regimurilor de așchiere, CA - optimizare a regimurilor de lucru).

#### 5. Algoritmii conștienți adaptivi a AAT la mașina de găurit

##### 5.1. Procesul de găurire ca obiect de analiză privind variabilele de stare

Pornind de la definiția sistemelor adaptive și optinale, precum și de la cele descrise în cap.2 - privind relațiile (2.4.) și valorile adoptate pentru coeficienții și exponenții cuprinși în ecuațiile și prezentate în fig.2.20. și fig.2.11., se pot face următoarele precizări:

- Procesul de găurire este multivariabil, supus optimizării prin CA pe baza unui criteriu de performanță ales și anume: costurile minime de prelucrare, cu respectarea restricțiilor sistemului;

- Schema bloc generală din fig.5.1., care ilustrează macrostructura sistemului, corespunde cu cele prezentate în [2.1.] pag.206



referitor la sistemele extreme multidimensionale cu optimizarea succedată, pentru asigurarea funcționării în jurul unui extrem al unui criteriu de performanță:

- Mărimile de intrare  $X_1, X_2$ , în instalația tehnologică IT, respectiv procesul de aşchiere, sînt turația  $n$  și avansul  $s$ .

- Mărimile de ieşire  $X_{e1}, X_{e2} \dots$  din IT sînt:  $M_T, F_{ax}$  și  $F_u$  (puterea utilă);

- Perturbațiile aleatoare  $F_1, F_2 \dots$  ce nu pot fi cantificate sînt: uzura sculei, variația durității materialelor piesei și sculei, efectul ecruisării suprafeței, efectul lichidului de răcire, efectul forțelor de frecare a aşchii în gaură, etc.

- Parametrii sistemului, respectiv perturbațiile parametrice  $P_{x1}, P_{x2} \dots$  sînt:

- diametrul sculei - care este considerat constant (deși variază la pătrunderea și ieşirea sculei);

- lungimea  $l$  a găurii, care influențează evacuarea aşchii;

- Blocul de calcul al optimului BCO, pe lângă mărimile de intrare  $X_1$  și de ieşire  $X_e$  ale procesului, primește și mărimile de comandă inițiale  $\theta_1, \theta_2 \dots$ , care corespund valorilor coeficienților și exponenților din relațiile (2.4.) - (fig.2.10 și fig.2.11.), diametrul  $d$  precum și durabilitatea  $T$  a sculei, care este aproximată printr-o valoare fixă în scopul simplificării problemei, deși ar trebui să fie o restricție de tip egalitate:

$$T(X_1, X_2, \dots, P_1, P_2, \dots) = 0$$

- Blocul de verificare a restricțiilor BVR, primește restricțiile  $H_1, H_2 \dots$  de tip inegalitate, prin care se limitează domeniul de funcționare al sistemului.

- Blocul de decizie BD realizează selecția valorilor de referință optime ale mărimilor de intrare, care se încadrează în domeniul limitat de restricții.

- Blocurile BE<sub>1</sub> și BE<sub>2</sub> sînt în realitate bucle închise complete de reglare separate pentru fiecare mărime de intrare  $X_1, X_2 \dots$  și au ca mărime de referință la intrare valorile optime de calcul pentru mărimile  $X_{1opt}, X_{2opt}$ , iar la ieşire valorile efective amplificate în putere ale  $X_{1e}, X_{2e} \dots$

- Blocurile BE<sub>1</sub> și BE<sub>2</sub> sînt de fapt buclele pentru ACP și ACA din fig.3.7. și fig.3.8.

Procesul de aşchiere a fost analizat în literatură ca un proces multivariabil ce poate fi optimizat pe baza criteriului costurilor minime de prelucrare [5.1.]. Acest criteriu este cel mai rațional și cel mai complet pentru optimizarea în aşchieră metalică.



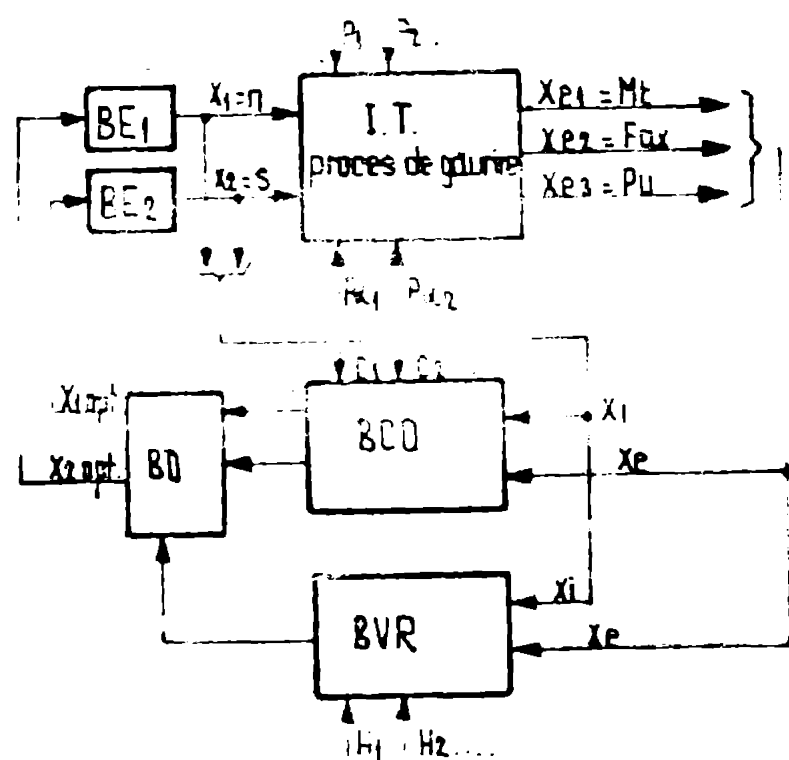


Fig. 5.1.

Pe lângă acest criteriu se mai analizează în unele lucrări criteriul productivității maxime, criteriul consumului minim de energie [5.2]. În toate cazurile se analizează în profunzime procesul de aşchiere, căutându-se un model matematic adecvat cât mai aproape de procesul real [5.2], [5.3]. Modul de operare și principiile procesului se duc la algoritmul și strategia de optimizare sunt prezentate în diferite lucrări [5.4], [5.5].

În cazul găuririi problema optimizării este similară și este analizată în lucrările [2.6.] ; [5.6.] ; [5.7.] , iar considerențele teoretice legate de modelul matematic, algoritmul și strategia de optimizare a procesului de găurire pe baza reglării turației și avansului - sînt prezentate în cele ce urmează.

#### 5.1.1. Domeniul de existență al mărimilor de stare la găurire

În scopul stabilirii limitelor de variație a acestora, se pornește de la cazul concret tehnologic al mașinii GP 45 NC/AC la care se pune problema OA [2.6.]. Sistemul tehnologic elastic STE realizează limitări ale variabilelor procesului din punct de vedere al mașinii unelte, al procesului tehnologic, al sculei și al piesei.

- Mașina uneltă:  $n_{\min} = 56 \text{ rot/min}$        $n_{\max} = 2500 \text{ rot/min}$   
 $s_{\min} = 3 \text{ mm/min}$        $s_{\max} = 3000 \text{ mm/min}$   
 $F_{ax \max} = 2000 \text{ daN}$ ;  $M_t \max = 25000 \text{ Nm}$   
 $P_{\max} = 4 \text{ kW}$

- Procesul:  $d_{\min} = 2,5 \text{ mm}$  (limitat de construcția accesorilor mașinii)

$d_{\max} = 63 \text{ mm}$

$n_{\min}$  găurire = 90 rot/min (limitat de  $\varnothing 63$  și  $v = 18 \text{ m/min}$ )

$s_{\max} = 250 \text{ mm/min}$  ( $\varnothing 2,5$  și  $s = 0,1 \text{ mm/rot}$ )

$v_{\min} = 18 \text{ m/min}$        $v_{\max} = 60 \text{ m/min}$

$S_{r \min} = 0,02 \text{ mm/rot}$  (limitat de raza de ascuțire a  
muchiei tăișului)

$S_{r \max} = 0,577 \text{ mm/rot}$  (limitat de nelinearitatea va-  
riației mărimilor de ieșire  $M_t$ ,  
 $F_{ax}$ ) [2.19].

- Scula: - momentul maxim de rupere a sculei a fost stabili-  
lit în [3.3.] care este precizat în relația (3.5).

Din acestea se ia 70 % ca limită de torsiune și un coefici-  
ent de siguranță de 6,7 pentru momentul efectiv maxim de așchiere  
și  $M_{lim}$  este astfel dat în relația (3.7).

- Avansul maxim limitat de momentul maxim al sculei va fi:

$$\frac{1}{s} = \left[ \frac{CM}{1,4} \right]^{\frac{1}{YR}} \cdot d^{\frac{X_d - 2,7}{Y_M}} \quad (5.1)$$

În cazul prelucrării oțelului, avansul limitat de sculă va  
fi:

$$s = \frac{d}{53,516} = 1,18 \div 0,0047 \text{ mm/rot} \quad (5.2)$$

iar pentru fontă:

$$s = \frac{d}{33,615} = 1,87 \div 0,074 \text{ mm/rot} \quad (5.3)$$

Valorile maxime ale avansului corespund la  $\varnothing 63$ , iar cele  
minime la  $\varnothing 2,5$ .

Pentru evitarea flambajului sculelor cu diametre sub 8 mm,  
forța maximă este limitată prin limitarea avansului cu valori mai  
mici decât cele din relațiile (5.4) și (5.5) pentru  $M_t$  sculă max,  
această limitare pentru  $F_{sculă \max}$  făcându-se cu relația:

$$s = (0,0387 \cdot d - 0,0767) \text{ mm/rot} \quad (5.4)$$

iar în caz de oțel:

$$F_{sculă \max} = 63 \cdot d^{1,07} \cdot (0,0387 \cdot d - 0,0767)^{0,72} \text{ daN} \quad (5.5)$$

pe intervalul:  $\varnothing 8 \div \varnothing 2,5$  :  $s = 0,2329 \div 0,02 \text{ mm/rot}$  (5.6)

#### 5.1.2. Determinarea restricțiilor sistemului

Ansamblul restricțiilor procesului este un sistem de ine-  
galități:

$$\begin{array}{ll} M_{t \text{ ef}} \leq M_{t \text{ meș. max}} & n_{\min} \leq n_{\text{ef}} \leq n_{\max} \\ M_{t \text{ ef}} \leq M_{t \text{ sculă max}} & S_{r \min} \leq S_{r \text{ ef}} \leq S_{r \max} \\ F_{ax \text{ ef}} \leq F_{ax \text{ meș. max}} & V_{\min} \leq V_{\text{ef}} \leq V_{\max} \\ F_{ax \text{ ef}} \leq F_{ax \text{ sculă max}} & d_{\min} \leq d_{\text{ef}} \leq d_{\max} \\ S_{\min} \leq S_{\text{ef}} \leq S_{\max} & P_{\text{ef}} \leq P_{\max} \end{array} \quad (5.7)$$



$$\begin{aligned}
 M_t \text{ max max} &= 2500 \text{ (daN cm)} \\
 M_t \text{ sculă max} &= \text{conf (3.7)} \\
 F_{ax} \text{ max max} &= 2000 \text{ daN} \\
 F_{ax} \text{ sculă max} &= \text{conf (5.5)} \\
 S_{\text{max}} &= 250 \text{ mm/min} \\
 S_{\text{min}} &= 3 \text{ mm/min} \\
 n_{\text{max}} &= 2500 \text{ rot/min} \\
 n_{\text{min}} &= 90 \text{ rot/min} \\
 s_r \text{ max} &= 0,577 \text{ mm/rot} \\
 s_r \text{ min} &= 0,02 \text{ mm/rot} \\
 V_{\text{max}} &= 60 \text{ m/min} \\
 V_{\text{min}} &= 18 \text{ m/min} \\
 P_{\text{max}} &= 4 \text{ kW} \\
 d_{\text{max}} &= 63 \text{ mm} \\
 d_{\text{min}} &= 2,5 \text{ mm}
 \end{aligned}
 \tag{5.8}$$

În cazul prelucrării oțelului normalizat cu  $\sigma_r = 60 \text{ daN/cm}^2$  reprezentînd grafic, în funcție de variabilele de intrare  $n$  și  $s$  precum și de parametrul  $d$ , restricțiile formează corpul din fig.5.2.

Din totalul acestor restricții, cad înafara corpului următoarele:  $d_{\text{min}}, n_{\text{min}}, F_{ax} \text{ max max}$ .

Pentru diferite diametre considerate constante în timpul prelucrării, se secționază corpul din fig.5.2, cu plane orizontale, obținînd domenii reprezentative de variație a sărimilor  $n$  și  $s$  date în fig.5.3.

După cum se vede în fig.5.2 și fig.5.3, ansamblul valorilor restricțiilor în realitate este puțin modificat, ceea ce are ca urmare a unor elemente deduse în paragrafele următoare. Aceste modificări sînt de lărgire a domeniului delimitat de restricții ca urmare a efectului perturbațiilor sistemului:

$$\begin{aligned}
 n_{\text{min}} &= 56 \text{ rot/min} \\
 V_{\text{min}} &= 3 \text{ m/min} \\
 S_{\text{max}} &= 770 \text{ mm/min} \\
 V_{\text{max}} &= 165 \text{ m/min}
 \end{aligned}
 \tag{5.9}$$

Pentru aceste restricții corpul din fig.5.2, corespunde situației prelucrării oțelului avînd  $\sigma_r = 60 \text{ daN/cm}^2$ . La cele-

lalte materiale de Fe, Zn, Cz, Al, față de corpul din fig.5.2, apar modificări la restricțiile care depind de avans:  $M_t \text{ max max}, M_t \text{ sculă}, F_{ax} \text{ sculă}, F_{ax} \text{ max max}$ .

Aceste noi domenii în planele de secțiune orizontale, apar în fig.5.4, pentru un caz considerat ca reprezentativ la  $\phi 20,7$  pe care sînt reprezentate și iterațiile de epociere de optimizat. pot.5.3.

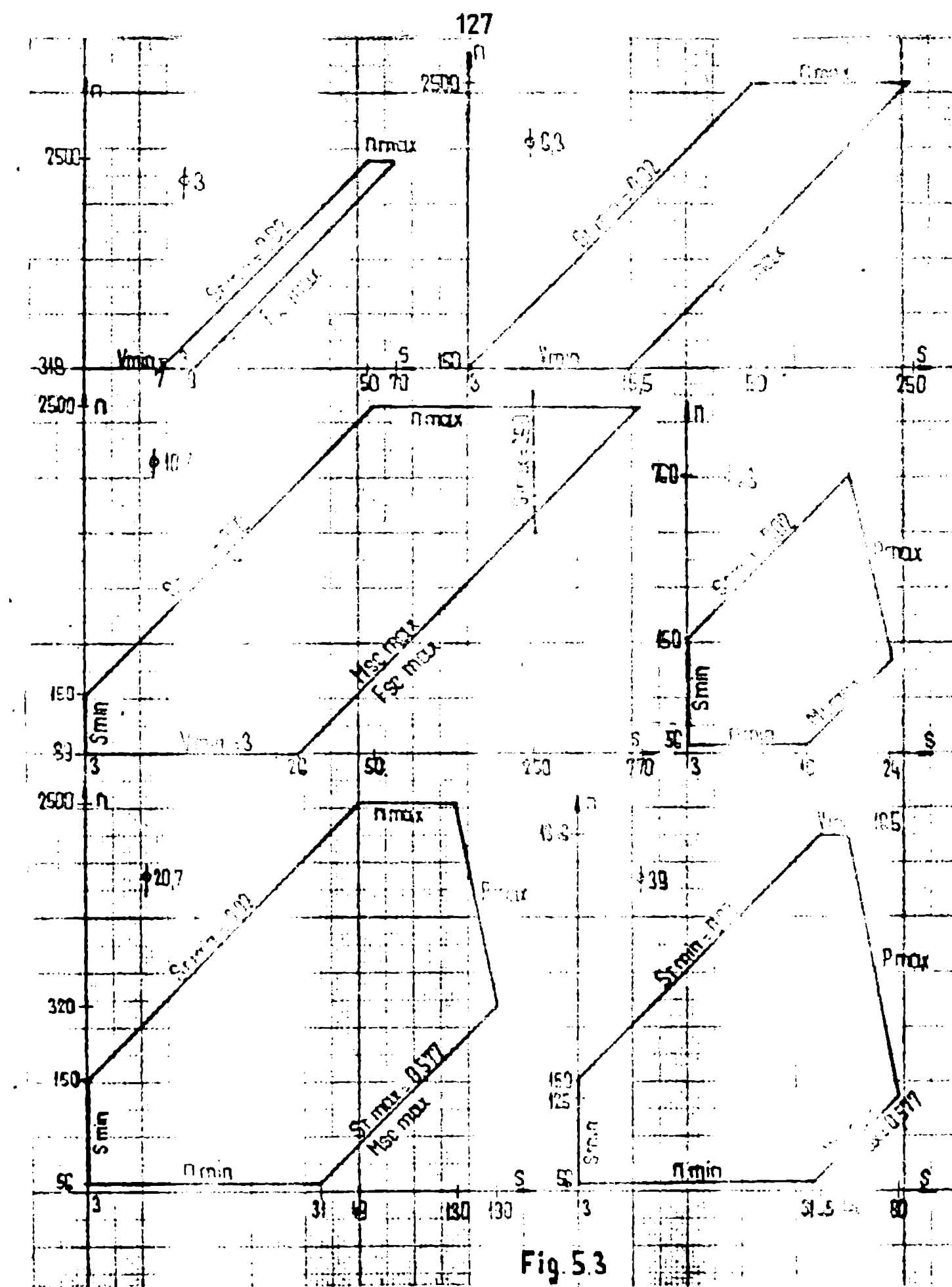


Fig. 5.3

**5.2. Algoritmul comenzii alternative a ACP**

Criteriul de performanță ales este cel al minimumului costurilor de prelucrare [2.6], [5.4], [5.6].

$$\text{Costurile de prelucrare sînt: } K_{pr} = K_m + K_{ag} \quad (5.10)$$

în care:  $K_m$  - costuri de prelucrare mașină

$K_{ag}$  - costuri provenind din schimbarea, ecouțirea și amortizarea costului total al sculei.



Costurile de prelucrare la găurire (specifice):

$$K_{pr} = \frac{K_0 + R}{n \cdot S_z} + \frac{(K_0 + R) \cdot t_{sc} + \frac{K_{sc}}{S_z} \cdot t_{sc}}{L} \quad [\text{lei/mm}] \quad (5.11)$$

in care:

- $K_{pr}$  - costul prel. unei lungimi de gaură de 1 mm
- $K_0$  - manopară lei/min
- $R$  - regie lei/min (indicată ca % din  $K_0$ )
- $n \cdot S_z$  avans în mm/min (rot/min  $\cdot$  mm/rot = mm/min)
- $K_{sc}$  - costul sculei - lei
- $t_{sc}$  - timp de schimbare sculă în min

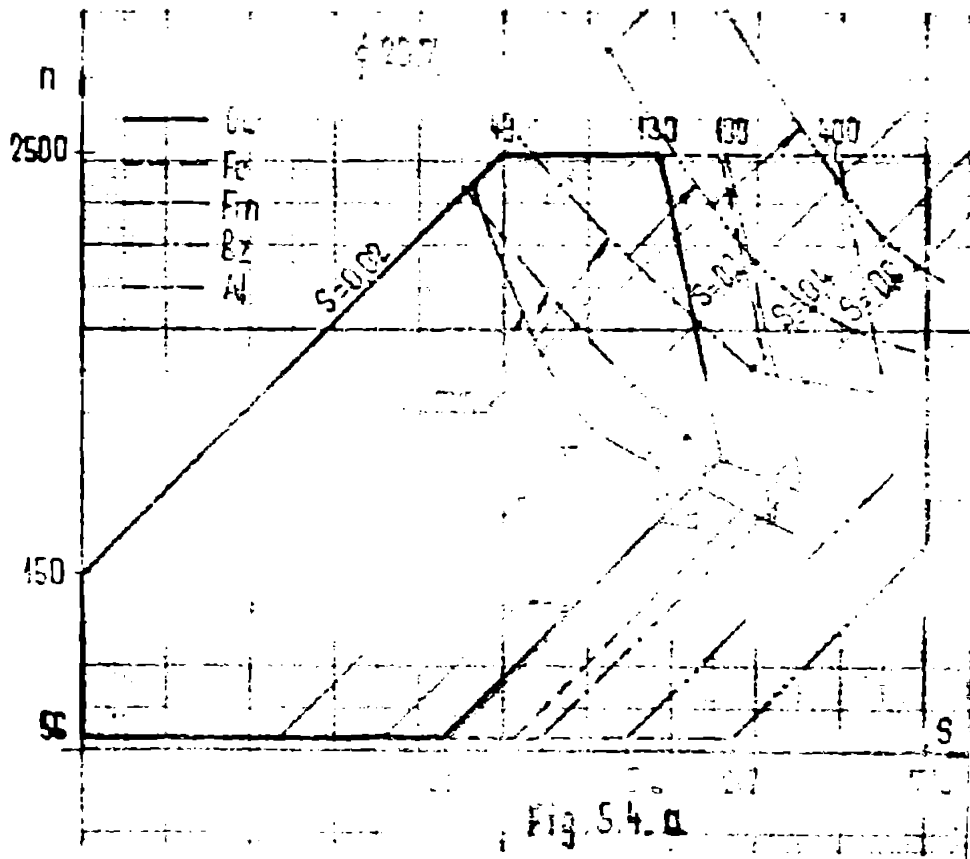


Fig. 5.4. a

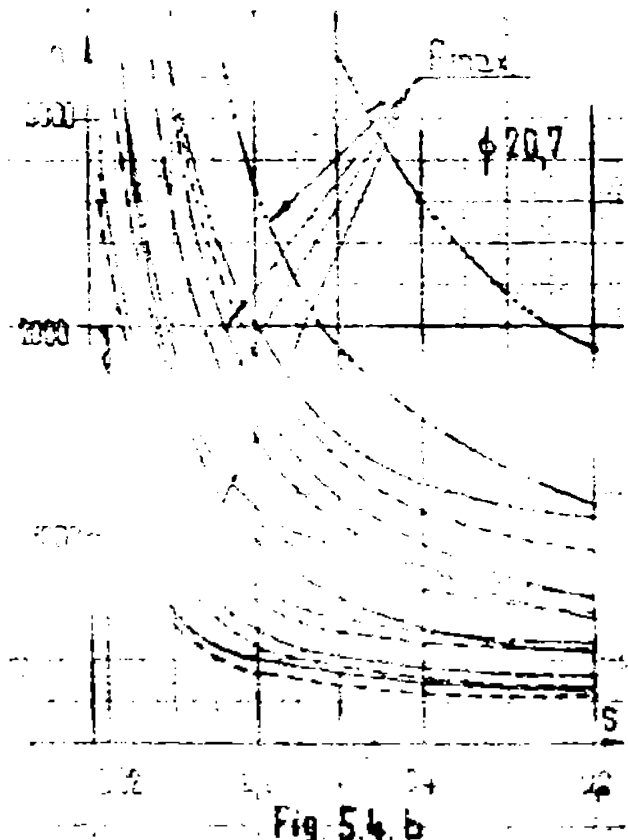


Fig. 5.4. b

- $N_g$  - numărul total de acțiuni peria de sculă;
- $K_{sc}$  - costul acțiunii sculei - lei
- $L$  - lungimea totală a găurii cu scula până la apariția uzurii de 0,4 mm la colțul bușchiului.

$$L = n \cdot S_z \cdot T$$

$$T = \frac{C_v \cdot d^{Z_v}}{v \cdot S_z \cdot a_p} \quad (5.12)$$

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \quad [\text{m/min}]$$

$$T = \left[ \frac{C_v \cdot 1000}{\pi} \right]^{\frac{1}{Z_v}} \cdot \frac{d^{\frac{Z_v-1}{Z_v}}}{n \cdot S_z \cdot a_p} \quad (5.13)$$

$$K_{pr} = \frac{K_0 + R}{n \cdot S_F} + \frac{(K_0 + R) \cdot t_{sc} + \frac{K_{sc}}{N_0} + K_{as}}{n \cdot S_F \cdot \left[ \frac{C_v \cdot 1000}{\pi} \right]^{\frac{1}{m}} \cdot \frac{d^{(z_v-1)/m}}{S_F^{y_v/m} \cdot n^{\frac{1}{m}}} \quad (5.14.)$$

$$K_{pr} = \frac{K_0 + R}{n \cdot S_F} + \frac{A \cdot d^{\frac{1-z_v}{m}}}{(318,3 \cdot C_v)^{\frac{1}{m}}} \cdot n^{\frac{1-m}{m}} \cdot S_F^{\frac{y_v-m}{m}} \quad (5.15.)$$

$$\text{in care } A = (K_0 + R) \cdot t_{sc} + \frac{K_{sc}}{N_0} + K_{as} \quad (5.16.)$$

Criteriul de performanță este  $K_{pr} = \Phi(n, S_F)$ , la care căutăm minimul prin anularea derivatelor parțiale:

$$\frac{\partial K_{pr}}{\partial n} = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{K_0 + R}{S_F} + \frac{1-m}{n} \cdot \frac{A}{(318,3 \cdot C_v)^{\frac{1}{m}} \cdot d^{\frac{z_v-1}{m}}} \cdot n^{\frac{1-2m}{m}} \cdot S_F^{\frac{y_v-m}{m}} = 0 \quad (5.17.)$$

$$\frac{1-m}{n} \cdot \frac{A}{(318,3 \cdot C_v)^{\frac{1}{m}} \cdot d^{\frac{z_v-1}{m}}} \cdot n^{\frac{1-2m}{m}} \cdot S_F^{\frac{y_v-m}{m}} = \frac{1}{n^2} \cdot \frac{K_0 + R}{S_F} \quad (5.18.)$$

$$\frac{1}{n} \cdot S_F^{\frac{y_v}{m}} = \frac{n(K_0 + R)(318,3 \cdot C_v)^{\frac{1}{m}} \cdot d^{\frac{z_v-1}{m}}}{(1-m) \cdot A} \quad (5.19.)$$

$$n \cdot S_F^{\frac{y_v}{m}} = \frac{n^m \cdot (K_0 + R)^m \cdot (318,3 \cdot C_v)^{\frac{z_v-1}{m}} \cdot d}{(1-m)^m \cdot A^m} \quad (5.20.)$$

$$\frac{\partial K_{pr}}{\partial S_F} = -\frac{1}{S_F^2} \cdot \frac{K_0 + R}{n} + \frac{y_v-m}{S_F} \cdot \frac{A}{(318,3 \cdot C_v)^{\frac{1}{m}} \cdot d^{\frac{z_v-1}{m}}}$$

$$\dots \cdot \frac{1-m}{m} \cdot S_F \cdot \frac{Y_V - 2m}{m} = 0 \quad (5.21.)$$

$$\frac{Y_V - m}{m} \cdot \frac{A}{(318,3 \cdot C_V) \cdot \frac{1}{m} \cdot d \cdot \frac{Z_V - 1}{m}} \cdot \frac{1-m}{m} \cdot S_F \cdot \frac{Y_V - 2m}{m} = \frac{1}{S_F^2} \cdot \frac{K_0 + R}{m} \quad (5.22.)$$

$$\frac{1}{m} \cdot S_F \cdot \frac{Y_V}{m} = \frac{(K_0 + R) \cdot (318,3 \cdot C_V) \cdot d \cdot \frac{1}{m} \cdot \frac{Z_V - 1}{m}}{(Y_V - m) \cdot A} \quad (5.23.)$$

$$\dots \cdot S_F \cdot \frac{Y_V}{m} = \frac{m^m (K_0 + R)^m (318,3 \cdot C_V) \cdot d \cdot \frac{Z_V - 1}{m}}{(Y_V - m)^m \cdot A^m} \quad (5.24.)$$

Forma grupa de ecuații (5.20.) și (5.24.)

$$\dots \cdot S_F^{Y_V} - \alpha = 0 \quad \text{Acestea reprezintă curbele } K_{pr \text{ min}} \quad (5.25.)$$

$$\dots \cdot S_F^{Y_V} - \beta = 0 \quad (\text{A se vedea pag. 134})$$

în care:

$$\alpha = \left[ \frac{K_0 + R}{A} \right]^m \cdot \left[ \frac{m}{Y_V - m} \right]^m \cdot 318,3 \cdot C_V \cdot d \cdot \frac{Z_V - 1}{m} \quad (5.26.)$$

$$\beta = \left[ \frac{K_0 + R}{A} \right]^m \cdot \left[ \frac{m}{1 - m} \right]^m \cdot 318,3 \cdot C_V \cdot d \cdot \frac{Z_V - 1}{m} \quad (5.27.)$$

$$\alpha = \left[ \frac{K_0 + R}{(K_0 + R) \cdot t_{90} + \frac{K_{90}}{N} + K_{90}} \right]^m \cdot \left[ \frac{m}{Y_V - m} \right]^m \cdot 318,3 \cdot C_V \cdot d \cdot \frac{Z_V - 1}{m} \quad (5.28.)$$

$$\alpha = \frac{1}{\left[ t_{90} + \frac{K_{90}}{N} (K_0 + R) + \frac{K_{90}}{K_0 + R} \right]^m} \cdot \left[ \frac{m}{Y_V - m} \right]^m \cdot 318,3 \cdot C_V \cdot d \cdot \frac{Z_V - 1}{m} \quad (5.29.)$$

$$\alpha = \frac{C_{\alpha}}{d \cdot 1 - Z_v} = \frac{\left[ \frac{m}{Y_v - a} \right]^m \cdot 318,3 \cdot C_v \cdot d^{Z_v - 1}}{\left[ t_{80} + \frac{K_{80} + N_a \cdot K_{88}}{(K_0 + R) \cdot N_a} \right]^m} \quad (5.30.)$$

$$\beta = \frac{C_{\beta}}{d \cdot 1 - Z_v} = \frac{\left[ \frac{m}{1 - a} \right]^m \cdot 318,3 \cdot C_v \cdot d^{Z_v - 1}}{\left[ t_{80} + \frac{K_{80} + R \cdot K_{88}}{(K_0 + R) \cdot N_a} \right]^m} \quad (5.31.)$$

$$\text{unde: } C_{\alpha} = \frac{\left[ \frac{m}{Y_v - a} \right]^m \cdot 318,3 \cdot C_v}{\left[ t_{80} + \frac{K_{80} + N_a \cdot K_{88}}{(K_0 + R) \cdot N_a} \right]^m} \quad (5.32.)$$

$$C_{\beta} = \frac{\left[ \frac{m}{1 - a} \right]^m \cdot 318,3 \cdot C_v}{\left[ t_{80} + \frac{K_{80} + R \cdot K_{88}}{(K_0 + R) \cdot N_a} \right]^m} \quad (5.33.)$$

Se intersectează (5.25.) cu  $F_{max}$  (pt un caz concret):

$$P_{max} = \frac{M_v \cdot a}{975000 \cdot \eta} = \frac{C_{\alpha} \cdot d^{1,9} \cdot S^{0,8} \cdot a}{975000 \cdot 0,75} = 4 \text{ Kw}$$

$$a \cdot d_z^{0,8} = \frac{2925000}{C_{\alpha} \cdot d^{1,9}} \quad (5.34.)$$

Inlocuind cu valori numerice pentru prelucrarea oțelului se obține:

$Z_v = 0,4$	$K_0 = 0,173 \text{ lei/min (10,39 lei/oră)}$		
$a = 0,2$	$R = 2,50$	$K_{80} = 0,433 \text{ lei/min}$	
$Y_v = 0,50$	$t_{80} = 1 \text{ min.}$	$A = 22,348$	$A^m = 1,861$
$C_v = 5$	$K_{80} = 1630 \text{ lei } (\varnothing 63)$	$C_{\alpha} = 713,4 (\varnothing 63); 1167,5$	
$d = 63$	$N_a = 255$		$(\varnothing 2,5)$
	$K_{88} = 15,35 \text{ lei}$	$C_{\beta} = 586,3 (\varnothing 63); 959,5$	
			$(\varnothing 2,5)$

Ecuațiile (5.25.) devin:

$$a \cdot d_z^{y_v} = \frac{C_{\alpha}}{d \cdot 1 - Z_v} \quad (5.35.)$$

$$a \cdot d_r^{y_v} = \frac{C_{\beta}}{d \cdot 1 - Z_v}$$

Prin intersecția cu  $P_{max}$  se obțin sistemele:

$$\begin{cases} n \cdot S_F^{0,8} = \frac{2925000}{C_M \cdot d^{1,9}} \\ n \cdot S_F^{Y_V} = \frac{C_\alpha}{d^{1-\alpha}} \end{cases} \quad (5.36.)$$

$$\begin{cases} n \cdot S_F^{0,8} = \frac{2925000}{C_M \cdot d^{1,9}} \\ n \cdot S_F^{Y_V} = \frac{C_\beta}{d^{1-\beta}} \end{cases} \quad (5.37.)$$

Prin împărțire se obține:

$$S_F^{0,8-Y_V} = \frac{2925000}{C_M \cdot C_\alpha \cdot d^{0,9+Z_V}} \quad (5.38.)$$

$$S_F^{0,8-Y_V} = \frac{2925000}{C_M \cdot C_\beta \cdot d^{0,9+Z_V}} \quad (5.39.)$$

$$S_F = \left[ \frac{2925000}{C_M \cdot C_\alpha \cdot d^{0,9+Z_V}} \right]^{\frac{1}{0,8-Y_V}} \quad (5.40.)$$

$$S_F = \left[ \frac{2925000}{C_M \cdot C_\beta \cdot d^{0,9+Z_V}} \right]^{\frac{1}{0,8-Y_V}} \quad (5.41.)$$

Înlocuind cu valori numerice pentru prelucrarea oțelului se obțin:

$$d = \varnothing 63 \quad S_F = 0,141 \quad S_F = 0,271$$

$$d = \varnothing 2,5 \quad S_F \rightarrow \infty \quad S_F \rightarrow \infty$$

De aici se vede că alura curbei  $K_{pr\min}$  este asimptotică la axa  $S_F$ .

Din analiza derivatelor parțiale de ordinul 2 se identifică felul extremului.

$$\frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial S_F^2} = \frac{2(K_0+R)}{n} \cdot \frac{1}{S_F^3} + \frac{(Y_V-n)(Y_V-2n)}{n^2} \cdot \frac{A}{(318,3 \cdot C_V)^{\frac{1}{m}} \cdot d^{\frac{Z_V-1}{m}}} \cdot \frac{1-n}{n} \cdot \frac{Y_V-3n}{n} \cdot S_F \quad (5.42.)$$

$$\frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial n^2} = \frac{2(K_0+R)}{S_F} \cdot \frac{1}{n^3} + \frac{(1-n)(1-2n)}{n^2} \cdot \frac{A}{(318,3 \cdot C_V)^{\frac{1}{m}} \cdot d^{\frac{Z_V-1}{m}}} \cdot \frac{1-3n}{n} \cdot \frac{Y_V-n}{n} \cdot S_F \quad (5.43.)$$



$$\frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial s_r \partial a} = \frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial a \partial s_r} = \frac{1}{s_r^2 \cdot a^2} (K_0 + R) + \frac{(1-a)(Y_v - a)}{a^2} \cdot$$

$$\cdot \frac{A}{(318,3 \cdot C_v) \frac{1}{a} \cdot d \frac{2v-1}{a}} \cdot a \frac{1-2m}{a} \cdot C_r \frac{Y_v - 2m}{a} \quad (5.44.)$$

Se analizează semnul discriminantului:

$$\Delta = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial s_r^2} & \frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial s_r \partial a} \\ \frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial a \partial s_r} & \frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial a^2} \end{vmatrix} = \frac{4(K_0 + R)^2}{s_r^4 \cdot a^4} + \frac{(1-a)(1-2m)Y_v - a)(Y_v - 2m)}{a^4} \cdot$$

$$\cdot \frac{A^2}{(318,3 \cdot C_v) \frac{2}{a} \cdot d \frac{2(2v-1)}{a}} \cdot a \frac{2(1-2m)}{a} \cdot C_r \frac{2(Y_v - 2m)}{a} +$$

$$\cdot \frac{2(1-a)(1-2m)}{a^2} \cdot \frac{(K_0 + R) \cdot A}{(318,3 \cdot C_v) \frac{1}{a} \cdot d \frac{2v-1}{a}} \cdot a \frac{1-4m}{a} \cdot C_r \frac{Y_v - 4m}{a} +$$

$$+ \frac{2(Y_v - a)(Y_v - 2m)}{a^2} \cdot \frac{(K_0 + R) \cdot A}{(318,3 \cdot C_v) \frac{1}{a} \cdot d \frac{2v-1}{a}} \cdot a \frac{1-4m}{a} \cdot C_r \frac{Y_v - 4m}{a} \quad (5.45.)$$

Înlocuind cu valori numerice se obține:  $\frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial s_r^2} > 0, \frac{\partial^2 K_{pr}}{\partial a^2} > 0$

$\Delta > 0$ . Deci suprafața  $K_{pr}$  are minime, punctele de minimă sînt așezate pe o curbă esențială în axa  $s_r$  în planul coordonatelor  $s_r, a$ .  
 Poziția curbei  $K_{pr} = \text{max}$ , care este o restricție principală a sistemului, rețea de curbe  $K_{pr} = \text{min}$ , rezultă din (5.36.) și (5.37.), comparînd cu valoarea 1:

$$\frac{182812,5}{0,9+Z_v} \cdot \frac{1}{0,8-Y_v} \geq 1 \quad (5.46.)$$

$$C_M \cdot C_\beta \cdot d \cdot S_F$$

$$\frac{182812,5}{0,9+Z_v} \cdot \frac{1}{0,8-Y_v} \geq 1 \quad (5.47.)$$

$$C_M \cdot C_\beta \cdot d \cdot S_F$$

Ecuațiile (5.35.) la diferite diametre, în cazul prelucrării oțelului reprezintă perechi de curbe paralele și ecuatorice față de axa absciselor  $S_F$ . Curbele care reprezintă restricțiile de putere (5.34.) sînt:

$$\begin{aligned} \varnothing 63; n &= \frac{33}{S_r^{0,8}} ; \varnothing 40; n = \frac{78,2}{S_r^{0,8}} ; \varnothing 24; n = \frac{206,4}{S_r^{0,8}} ; \varnothing 10, \\ n &= \frac{1089,5}{S_r^{0,8}} ; \varnothing 25; n = \frac{15175}{S_r^{0,8}} \end{aligned}$$

Reprezentarea acestor valori pentru cazul prelucrării oțelului este dată în tab.5.1. și fig.5.5. Din acestea se vede că punctele de pe curbele  $K_{pr \min}$  cad în general în interiorul domeniului delimitat de restricții, traversat de aceste curbe descrescătoare.

Cele 2 curbe  $K_{pr \min}(n)$  și  $K_{pr \min}(S)$  intersecționează restricțiile sistemului, respectiv  $P_{max}^{max}, M_{max}^{max}, M_{sc}^{max}, P_{ax}^{max}$  sau  $M_{sc}^{max}$  în funcție de diametru și material. Punctul de optim cade înafara restricțiilor sistemului, acestea fiind pe curba  $K_{pr \min}$  descrescătoare.

Punctul cel mai apropiat de optim care poate fi atins este la intersecția curbei  $K_{pr \min}$  cu una din restricțiile sistemului, în speță  $P_{max}^{max}$ , respectiv sistemul (5.37.), care rezolvat pentru diferite materiale devine:

$$\left\{ \begin{aligned} n \cdot S_F^{Y_v} &= \frac{C_\beta}{d^{1-Z_v}} & (5.48.) \\ n \cdot S_F^{Y_M} &= \frac{P_{ax} \cdot \eta \cdot 975000}{C_M \cdot d^{X_M}} \end{aligned} \right. \quad \left\{ \begin{aligned} n \cdot S^{1-Y_v} \cdot Y_v &= \frac{C_\beta}{d^{1-Z_v}} & (5.49.) \\ n \cdot S^{1-Y_M} \cdot Y_M &= \frac{P_{ax} \cdot \eta \cdot 975000}{C_M \cdot d^{X_M}} \end{aligned} \right.$$

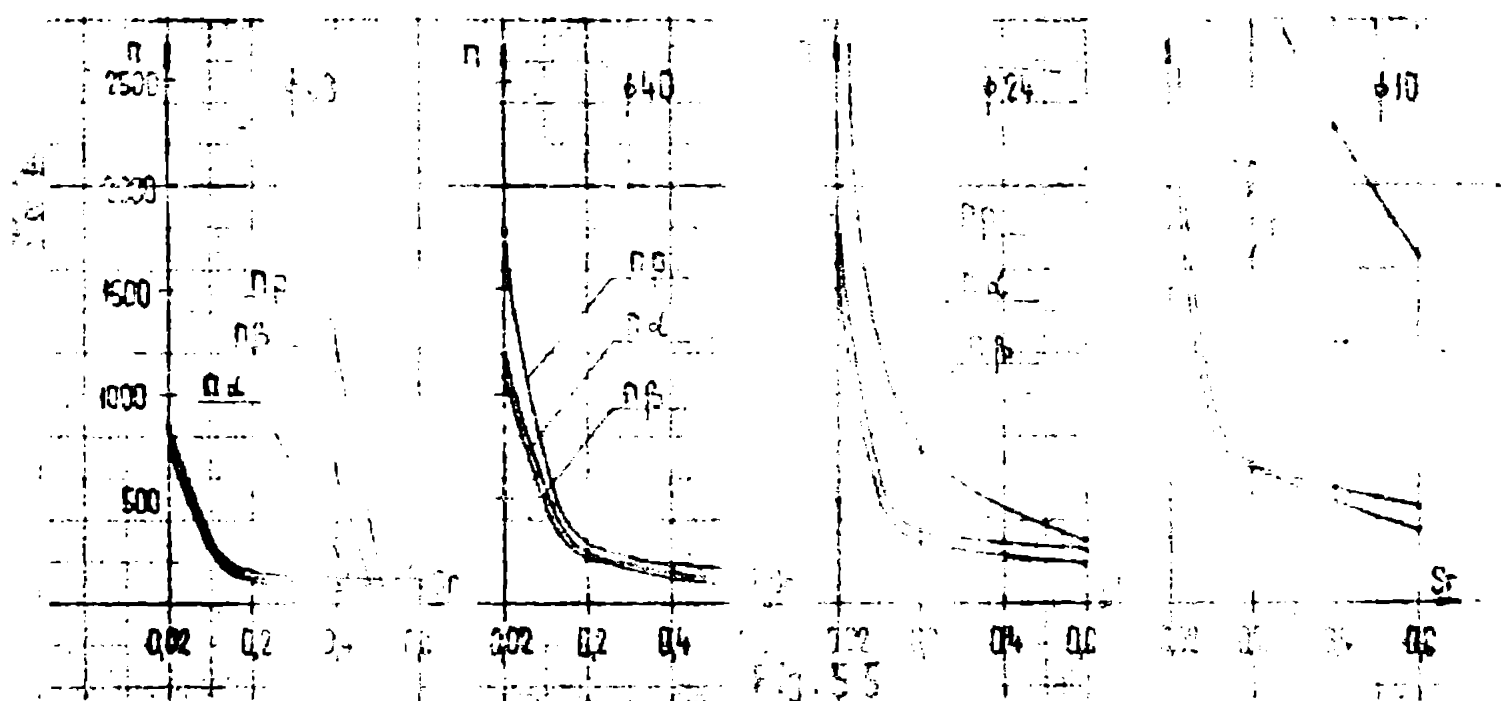
Deosebirea între (5.48.) și (5.49.) constă în faptul că  $S_F$  este în mm/rot iar  $S$  în mm/min. Preluând relație (5.20.) se obține:

$$n \cdot S_F^{Y_v} = \frac{318,3 \cdot C_v}{d^{1-Z_v}} \cdot \left[ \frac{n}{1-n} \cdot \frac{K_p+B}{A} \right]^m \quad (5.50.)$$

Termenul din partea dreaptă conține factorul  $C_v$  care se

	$S > 0.3$	$S < 0.3$	$S > 0.3$	$S < 0.3$	$S > 0.3$	$S < 0.3$	$S > 0.3$	$S < 0.3$	$S > 0.3$	$S < 0.3$
$\sigma_x$	0,922	0,832	0,906	0,858	0,906	0,858	0,906	0,858	0,906	0,858
$\sigma_y$	0,758	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784
$\sigma_z$	7	12,2	12,2	10,5	18,1	15,6	27,2	23,4	40,6	40,8
$\sigma_v$	0,4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
$\sigma_w$	0,2	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
$\sigma_{\theta}$	0,5	0,7	0,4	0,55	0,4	0,55	0,4	0,55	0,4	0,55
$\sigma_{\phi}$	7,789	7,789	7,789	7,789	7,789	7,789	7,789	7,789	7,789	7,789
$\sigma_{\psi}$	1,666	1,376	1,376	1,376	1,376	1,376	1,376	1,376	1,376	1,376
$\sigma_{\chi}$	1233	794,8	2556,6	2084	3793,4	3096	5700	4644,3	6950,8	6098
$\sigma_{\eta}$	1013,7	724	2212,5	1904,3	3282,6	2829	4932,5	4244	7339,4	7400
$\sigma_{\xi}$	1335	398	320,4	1886,5	2743	773	4114,5	1159,6	7167	2020
$\sigma_{\zeta}$	316,5	323	323	564	479,6	2906,5	647	1271	1081	6956,5
$\sigma_{\delta}$	258,4	1817	362,5	486	415	706,4	733	1060	1100	1048
$\sigma_{\epsilon}$	260	212,5	279,7	1607	475,5	9068	623,4	935,4	28766	4558
$\sigma_{\gamma}$	6253,6	991	825,3	1437	1650	10412	17322	2745	2618	1893
$\sigma_{\beta}$	567,2	411,5	597	947,7	685	1140	1277	2018	1893	





modifică în proces în funcție de influența perturbațiilor sistemului, care acționează asupra valorii efective a mășinii de încălzire  $M_p$ .  
Se consideră  $C_v$  - variabil, având un termen fix și unul variabil:

$$C_v = C_{v_0} + K \cdot \frac{I_M - I_{M_0}}{I_{M_0}} \quad (5.51.)$$

$$C_v = C_{v_0} + K \cdot \frac{(C_{M_0} - C_M) \cdot S_p \cdot I_M}{C_{M_0} \cdot S_p \cdot I_M} \quad (5.52.)$$

$$C_v = C_{v_0} + K \cdot \frac{C_M - C_{M_0}}{C_{M_0}} \quad (5.53.)$$

$$K = \frac{C_M - C_{M_0}}{C_{M_0}} \cdot C_{M_0} \quad (5.54.)$$

În raportul de variație dintr-unii se poate aproxima valoarea lui K:

$$C_v - C_{v_0} = \Delta HB \cdot \sigma \delta \cdot 0,2126 \cdot \Delta HB$$

$$C_M - C_{M_0} = \Delta HB \cdot \sigma \delta \cdot 0,2274 \cdot \Delta HB$$

$$K = - \frac{C_v - C_{v_0}}{C_M - C_{M_0}} \cdot C_{M_0} = - \frac{0,2126}{0,2274} \cdot C_{M_0} = -0,935 \cdot C_{M_0}$$

$$K = 0,935 \cdot C_{M_0} \quad (5.55.)$$

Înlocuind în (5.51.) și (5.52.) se obține:



$$n \cdot S_F^{Y_V} = \left[ \frac{n}{1-n} \cdot \frac{K_0 + R}{A} \right]^m \cdot \frac{318,3 \left[ C_{V_0} + 0,935 \cdot C_{M_0} - 0,935 \cdot \frac{M_{t \text{ of}}}{d^{X_M} \cdot S_F} \right]}{d^{1-Z_V}}$$

$$n_0 = \left[ \frac{n}{1-n} \cdot \frac{K_0 + R}{A} \right]^m \cdot \left[ \frac{318,3 (C_{V_0} + 0,935 C_{M_0})}{d^{1-Z_V} \cdot S_F^{Y_V}} - \frac{297,6 \cdot M_{t \text{ of}}}{d^{1+X_M-Z_V} \cdot S_F^{Y_M+Y_V}} \right] \quad (5.56.)$$

Introducând notațiile:

$$p = \left[ \frac{n}{1-n} \cdot \frac{K_0 + R}{A} \right]^m \cdot \frac{318,3 (C_{V_0} + 0,935 \cdot C_{M_0})}{d^{1-Z_V}} \quad (5.57.)$$

$$q = \left[ \frac{n}{1-n} \cdot \frac{K_0 + R}{A} \right]^m \cdot \frac{297,6}{d^{1+X_M-Z_V}} \quad (5.58.)$$

Se obțin relațiile care exprimă algoritmul de calcul al turării de referință:

$$n_0 = \frac{p}{S_F^{Y_V}} - \frac{q \cdot M_{t \text{ of}}}{S_F^{Y_V + 0,8}} \quad (5.59.) \quad \text{seu} \quad n_0 = \left[ \frac{p}{S} \right]^{Y_V} - \left[ \frac{q}{S} \right]^{Y_V + 0,8} \quad (5.60.)$$

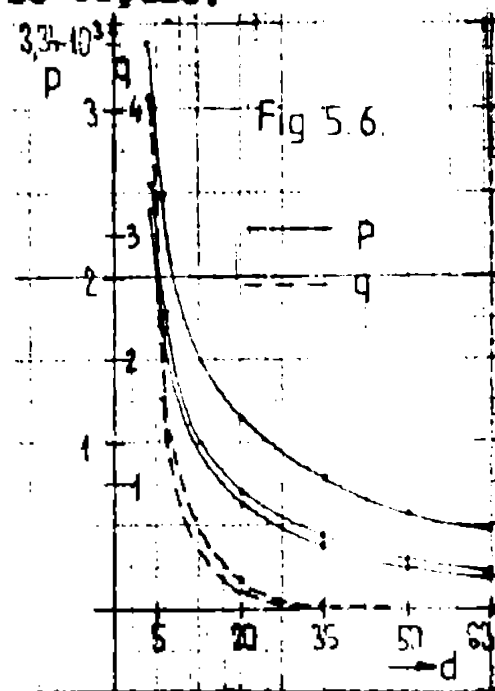
Luând valorile numerice constante se obține:

$$- \text{ pentru materialele Al, Bz, Fm, Fo : } 3,3 \cdot 10^{10} \\ p = \frac{231,36 (C_V + 0,935 \cdot C_M)}{A \cdot 0,125 \cdot d^{1-Z_V}} \quad (5.61)$$

$$q = \frac{216,32}{A \cdot 0,125 \cdot 2,9 \cdot d^{2,9-Z_V}} \quad (5.62)$$

- pentru oțel (OL):

$$p = \frac{213,68 (C_V + 0,935 \cdot C_M)}{A \cdot 0,2 \cdot d^{1-Z_V}} \quad (5.63)$$



$$q = \frac{199,79}{0,2 \cdot 2,9 - 2,9} \quad (5.64.)$$

Relațiile (5.59.) sau (5.60.) reprezintă algoritmul de calcul pentru determinarea turației optime în regim automat al SGA. Această turație depinde de avansul (mm/rot.) conf.(5.52.), respectiv  $S_p$  - în care  $S$  (mm/min.) este avansul independent de la AOA conf. (5.60.). Reglajul avansului nu constituie obiectul prezentei lucrări, dar se amintește faptul că la mașina GP 45 NC/AG, acesta se reglează prin stabilizarea momentului de torsiune la o valoare prescrisă  $M_{ref}$ , care de regulă nu trebuie să încalce restricțiile sistemului. În funcție de avans se determină  $n_0$  și se verifică prin calcul respectarea restricției  $F_{max}$ , după care se instalează noua valoare de turație  $n_0$ . Urmează a 2-a iterație conținând variația avansului pînă la restricția de tip egalitate impusă:  $M_t = M_{t,ref}$ , calculul  $n_{01}$  și verificarea prin calcul a respectării restricției  $F_{max}$  și apoi saltul turației de la  $n_0$  la  $n_{01}$ , ș.a.m.d.

### 5.3. Strategia de optimizare prin pași succesivi

Relațiile (5.59.) sau (5.60.), reprezintă algoritmul de calcul al turației optime, care particularizează pentru diferite materiale, utilizează parametrii inițiali - exprimați prin relațiile (5.61.), (5.62.), (5.63.), (5.64.).

Punctul de optim la care trebuie să se stabilizeze funcționarea mașinii este dat de sistemul (5.49.) respectiv punctul de intersecție al curbei descrise de relație (5.59.) sau (5.60.) cu una din restricțiile sistemului - în principal cu  $F_{max}$ . Celelalte restricții:  $M_t \leq M_{t,ref}$ ,  $M_{max} \leq M_{max,ref}$  se verifică în SGA de reglaj al avansului.

Apropierea de optim prin "pași succesivi" se face prin reglajul succesiv al turației și avansului prin iterație, după un itinerar ascendent spre punctul de optim (fig.5.4.) după cum urmează:

- Pasul 1: - avans și turație de pătrundere:  $S_p, n_p$  (date inițiale)  
 - verificarea restricției de tip egalitate pentru avans  $M_t(S_p, n_p) \leq M_{t,ref}$   
 - reglarea avansului  $S_1$  sau  $S_2$  pentru obținerea  $M_t(S_1, n_p) = M_{t,ref}$   
 - calculul  $n_{01}(S_1, M_{t,ref})$  după relație (5.59.) sau (5.60.)  
 - verificarea prin calcul a restricției  $F_{max}$  din sistemul (5.40.) sau (5.49.):

- reglarea turației la valoarea  $n_{01}$  în caz că  $P_{ef} = P_{max}$  și vizualizare supra sarcină în caz contrar ( $P_{ef} > P_{max}$ );

Pasul 2: - avans și turație inițială  $S_{01}, n_{01}$ ;  
- verificarea restricției de tip egalitate pentru avans:

$$M_{t\ ef}(S_{01}, n_{01}) \geq M_{t\ prog}$$

- reglarea avansului  $S \uparrow$  sau  $S \downarrow$  pentru obținerea  $M_{t\ ef}$

$$(S_{02}, n_{01}) = M_{t\ prog}$$

- calculul  $n_{02}(S_{02}, M_{t\ prog})$  - după relația (5.59.);

- verificarea prin calcul a restricției  $P_{max}$  din sistemul (5.48.) sau (5.49.);

- reglarea turației la valoarea  $n_{02}$  în caz că  $P_{ef} \leq P_{max}$

și vizualizare supra sarcină în caz contrar ( $P_{ef} > P_{max}$ ).

Pasul 3: - ș.a.m.d.

Stabilirea reglării turației se face prin faptul că regula turației trebuie să respecte o toleranță de reglare  $\Delta n$ , respectiv turația optimă va fi  $n_0 \pm \Delta n$  iar relația de stabilizare:  $|n_{0i} - n_{0i-1}| \leq \Delta n$  (5.65.)

Acest mod de reglare a turației constituie obiectul unei subrutine pentru cazul calculului numeric, iar în cazul sistemului hard-analogic acest lucru este realizat prin interfață, chestiuni prezentate în cap.5.6.

În cazul că mașina de găurit are avans pe rotație -  $S_r$  - constant, reglarea turației prin SCA se face astfel:

Pasul 1: - avans și turație de pătrundere  $S_{rp}, n_p$  (date inițiale);

- verificarea restricțiilor  $M_{t\ ef} \leq M_{t\ max}$

$$M_{t\ ef} \leq M_{t\ sc\ max}$$

$$P_{ax\ ef} \leq P_{ax\ sc\ max}$$

Această verificare se poate face și separat, înainte de începerea lucrului - respectiv la prestabilirea avansului

$S_{rp}$  - calculul  $n_0 = A + B \cdot M_{t\ p}$  (5.66.)

- verificarea prin calcul a restricției  $P_{max}$

din (5.48.);

- reglarea turației la valoarea  $n_{01}$  în caz că  $P_{ef} \leq P_{max}$  și vizualizare supra sarcină în caz contrar ( $P_{ef} > P_{max}$ ).

Pasul 2: - avans și turație inițială  $S_{rp}, n_{01}$ ;

- calculul  $n_{02}$  ( $S_p, M_{t1}$ ) - după relația (5.66.);
- verificarea prin calcul a restricției  $P_{mes, max}$  din (5.48.);
- reglarea turației la  $n_{02}$  în caz că  $P_{ef} \leq P_{mes, max}$  și vizualizare suprasarcină în caz contrar ( $P_{ef} > P_{mes, max}$ );

Pasul 3 - ș.s.n.d.

Stabilizarea turației se face la îndeplinirea inegalității (5.65.).

În cazul mașinilor de găurit cu diametre mici, menționate la paragraful 2.4.2.3., avansul este asigurat manual în mm/rot cu scopul de a menține  $M_{t, ef}$  în limitele admise, aceasta fiind vizualizat pe un aparat de măsură. Turația este reglată prin SCA pe baza relației (5.60.), având preluate din proces  $M_{t, ef}$  (prin curentul absorbit de EMCC la indus, fiind cu EMCC cu magneți permanenți și rotor "pahar"), a de la tanogeneratorul de pe axul EMCC,  $s_{ef}$  de la un potențiomtru  $s_{ef}$  fixat pe arb. transversal de la care se ia valoarea trecută printr-un circuit derivativ. Parametrii  $p, q, k_v$  sînt cărții inițiale, stocate în memorie ca funcții de diametrul  $d$  și materialul piesei.

Reglajul turației la aceste mașini se face continuu fără verificarea unor restricții acest lucru rămînînd în grija operatorului, care urmărește pe aparatul indicator valoarea momentului de torziune, sau după caz un indicator de încărcare.

Calculul valorii  $n_0$  se poate efectua prin hard analogic sau prin soft numeric.

#### 5.4. Regiul de pătrundere și de ieșire a virfului burghiului

Conform relațiilor (5.59.) sau (5.60.) la pătrunderea virfului burghiului sînt următoarele aspecte:

- burghiul se apropie de suprafața piesei  $S_p$  și  $n_p$  iar  $M_{tp} = 0$
- la contactul virfului burghiului cu piesa are loc constatarea că  $M_{t, p} \neq 0$  și apoi  $M_{t, p}$  începe să crească de la zero, lucru care provoacă scăderea avansului și a turației în cazul când  $S_p$  și  $n_p$  au valori mai mari decît cele corespunzătoare diametrului de la virful burghiului, iar în caz contrar are loc o creștere a turației corespunzătoare cu diferența  $M_{t, teor} - M_{t, ef}$
- stabilizarea variației turației și avansului are loc la stabilizarea momentului, respectiv după intrarea completă a virfului conic al burghiului;

- în cazul apariției unor perturbații cu influență asupra  $M_{t, ef}$  va avea loc o variație a turației corespunzătoare cu diferența  $M_{t, teor} - M_{t, ef}$

La ieșirea virfului burghiului din piesă are loc fenomenul invers, dar se pleacă de la valori stabilizate prin SCA pentru  $n_0$  și

a, urmind ca pe măsură ce  $M_{t\text{ef}}$  scade, respectiv diferența  $M_{t\text{teor}} - M_{t\text{ef}}$  crește, să aibă loc creșteri corespunzătoare pentru  $S$  și  $n$  (pentru a aceste variații rezultă din relațiile (5.59.) sau (5.60.). Cind burghiul este complet ieșit, turștia și avansul se stabilizează la valorile inițiale  $n_p, S_p$ .

### 5.5. Algoritmul SCA de relgarea ACP prin unități programabile

Algoritmul SCA exprimat prin relațiile (5.59.) sau (5.60.) este realizabil prin diferite metode, descrise în cap.5. În cazul mașinilor echipate cu automat programabil sau echipament CNC cu interfață programabilă - echivalentă cu un mini-automat programabil - algoritmul trebuie exprimat sub o formă modificată, ținind cont de posibilitățile de calcul limitate la cele 4 operații aritmetice.

În cazul automatului AP 117 cu modul IAN-08 pentru conversia numerică a valorii analogice a  $M_t$ , și utilizind un volum de memorie de max. 4 K octeți pentru stocarea de tabele de valori, se poate soluționa SCA evind algoritmul modificat după cum urmează:

Pornind de la relațiile (5.25.), (5.31.), (5.30.) se poate scrie:

$$n = \frac{C_n \cdot C_v}{S_r \cdot Y_v} \quad (5.67.)$$

$$C_n = \frac{24055 \cdot (K_0 + R)^n}{A^n \cdot d \cdot (1 - Z_v)} \quad (5.68.)$$

Pentru diferite materiale se obține:

$$\text{Fo, Fm, Bz, Al: } C_n = \frac{231,36}{A^{0,125} \cdot d^{0,75}} \quad (5.69.)$$

$$\text{OL: } C_n = \frac{213,68}{A^{0,2} \cdot d^{0,6}} \quad (5.70.)$$

$$S_r = \left[ \frac{M_t}{C_M \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} \quad (5.71.)$$

$$n = \frac{C_n \cdot C_v}{\left[ \frac{M_t}{C_M \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} \cdot Y_v} \quad (5.72.)$$

$$\text{În cazul ideal: } n_0 = \frac{C_n \cdot C_v}{\left[ \frac{M_{t_0}}{C_M \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} \cdot Y_v} \quad (5.73.)$$



$$M_{t\text{ ef}} = M_{t_0} = C_{M_0} \cdot d^{1,9} \cdot S_{r_0}$$

In caz real:  $C_V = C_{V_0} + 0,935 \cdot C_{M_0} \cdot \left[ 1 - \frac{M_{t\text{ ef}}}{M_{t_0}} \right]$  (5.74.)  
aceasta fiind dedusă din relația (5.51.).

In cazul optimizării turșiei în pași succesivi (numerele de ordine ale pașilor 1-1,1), iar  $S_p, n_p$  fiind regimul de lucru la pătrundere, se pornește de la relațiile (5.71.), (5.73.):

- regimul de lucru ideal:

$$n_0 = \frac{C_n \cdot C_{V_0}}{S_{r_0} \cdot Y_V} \quad S_{r_0} = \left[ \frac{M_{t_0}}{C_{M_0} \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} \quad (5.75.)$$

- se adoptă un coeficient de încărcare, aplicat încă de la pătrundere:

$$K_p = \frac{M_{t_p}}{M_{t_0}} \quad \text{unde } K_p \leq 1 \quad (5.76.)$$

- regimul de pătrundere va fi:

$$S_{r_p} = \left[ \frac{M_{t_0} \cdot K_p}{C_{M_0} \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} = \left[ \frac{M_{t_0}}{C_{M_0} \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} \cdot K_p^{1,25} = S_{r_0} \cdot K_p^{1,25} \quad (5.77.)$$

$$n_p = \frac{C_n \cdot C_{V_0}}{S_{r_p} \cdot Y_V} = \frac{C_n \cdot C_{V_0}}{S_{r_0} \cdot K_p^{1,25} \cdot 1,25 \cdot Y_V} = \frac{n_0}{K_p^{1,25} \cdot 1,25 \cdot Y_V} = n_0 \cdot \delta_p \quad (5.78.)$$

$$\delta_p = \frac{1}{K_p^{1,25} \cdot 1,25 \cdot Y_V} \quad (5.79.)$$

Pașul 1: - se măsoară  $M_{t_1}$  obținut cu  $S_{r_p}, n_p$  și se determină  $S_{r_1}, n_1$ :

$$S_{r_p} = \left[ \frac{M_{t_1}}{C_{M_1} \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} \quad ; \quad C_{M_1} = \frac{M_{t_1}}{S_{r_p} \cdot d^{1,9}} \quad ;$$

$$S_{r_1} = \left[ \frac{M_{t_0} \cdot K_p}{C_{M_1} \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} = S_{r_p} \cdot K_p^{1,25} \cdot \left[ \frac{M_{t_0}}{M_{t_1}} \right]^{1,25} = S_{r_p} \cdot \left[ \frac{K_p}{K_1} \right]^{1,25} \quad (5.80.)$$

$$\text{in care: } K_1 = \frac{M_{t1}}{M_{t0}} \quad \alpha_1 = \left[ \frac{K_D}{K_1} \right] \quad (5.80.a.) \quad S_{r_p} = S_{r_p} \cdot \alpha_1 \quad (5.80.b.)$$

$$n_1 = \frac{C_D \cdot C_{v1}}{S_{r1} \cdot Y_v} = \frac{C_D \left\{ C_{v0} + 0,935 \cdot C_{M0} \left[ 1 - \frac{M_{t1}}{M_{t0} \cdot K_p} \right] \right\}}{S_{r_p} \cdot Y_v \cdot \left[ \frac{K_D}{K_1} \right]^{1,25} \cdot Y_v} = n_p \cdot \delta_1 = n_0 \cdot \delta_p \cdot \delta_1 \quad (5.81.)$$

$$\delta_1 = \frac{C_{v0} + 0,935 \cdot C_{M0} \cdot \left[ 1 - \frac{M_{t1}}{M_{t0} \cdot K_p} \right]}{C_{v0} \cdot \left[ \frac{K_D}{K_1} \right]^{1,25} \cdot Y_v} = 1 + 0,935 \cdot \frac{C_{M0}}{C_{v0}} \cdot \left[ 1 - \frac{K_1}{K_p} \right] \cdot \left[ \frac{K_1}{K_p} \right]^{1,25} \cdot Y_v \quad (5.82.)$$

Pasul 2 : - Se măsoară  $M_2$ , obținut  $S_{r1}, n_1$  și se determină  $S_{r2}, n_2$ .

$$S_{r1} = \left[ \frac{M_{t2}}{C_{M2} \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} ; \quad C_{M2} = \frac{M_{t2}}{S_{r1}^{0,8} \cdot d^{1,9}}$$

$$S_{r2} = \left[ \frac{M_{t0} \cdot K_p}{\frac{M_{t2}}{S_{r1}^{0,8} \cdot d^{1,9}} \cdot d^{1,9}} \right]^{1,25} = S_{r1} \cdot K_p^{1,25} \cdot \left[ \frac{M_{t0}}{M_{t2}} \right]^{1,25} = S_{r1} \cdot \left[ \frac{K_p}{K_2} \right]^{1,25} \quad (5.83.)$$

$$K_2 = \frac{M_{t2}}{M_{t0}} \quad \alpha_2 = \left[ \frac{K_D}{K_2} \right] \quad (5.83.a.) ; \quad S_{r2} = S_{r1} \cdot \alpha_2 \quad (5.83.b.)$$

$$n_2 = \frac{C_D \cdot C_{v2}}{S_{r2} \cdot Y_v} = \frac{C_D \left\{ C_{v0} + 0,935 \cdot C_{M0} \left[ 1 - \frac{M_{t2}}{M_{t0} \cdot K_p} \right] \right\}}{S_{r1} \cdot Y_v \cdot \left[ \frac{K_D}{K_2} \right]^{1,25} \cdot Y_v} = n_1 \cdot \delta_2 \quad (5.84.)$$

$$\delta_2 = \frac{C_{v_0} + 0,935 \cdot C_{v_0} \cdot \left[1 - \frac{K_2}{K_P}\right]}{\sigma_{v_1}} \cdot \left[\frac{K_2}{K_P}\right]^{1,25 \cdot Y_v} =$$

$$= \left\{ 1 + 0,935 \cdot \frac{C_{v_0}}{\sigma_{v_0}} \left[1 - \frac{K_2}{K_P}\right] \right\} \cdot \frac{\sigma_{v_0}}{\sigma_{v_1}} \left[\frac{K_2}{K_P}\right]^{1,25 \cdot Y_v} \quad (5.65.)$$

$$\text{Pasul 1: } S_{r_1} = S_{r_{1-1}} \cdot \left[\frac{K_P}{\Delta_1}\right]^{1,25} \quad (5.66.) \quad \alpha_i = \left[\frac{K_P}{\Delta_i}\right]^{1,25} \quad (5.66.b.)$$

$$S_{r_1} = S_{r_{1-1}} \cdot \alpha_1 \quad (5.66.b.) \quad \Delta_1 = \frac{\sigma_{v_1}}{\sigma_{v_0}} \quad (5.67.)$$

$$\Delta_1 = \Delta_{1-1} \cdot \delta_1 \quad (5.68.)$$

$$\delta_1 = \left\{ 1 + 0,935 \cdot \frac{C_{v_0}}{\sigma_{v_0}} \left[1 - \frac{K_1}{K_P}\right] \right\} \cdot \frac{\sigma_{v_0}}{\sigma_{v_{1-1}}} \left[\frac{K_1}{K_P}\right]^{1,25 \cdot Y_v} \quad (5.69.)$$

avind in vedere că  $\frac{\sigma_{v_0}}{\sigma_{v_{1-1}}} \cdot \left[\frac{K_1}{K_P}\right]^{1,25 \cdot Y_v} = 1$

A se vedea pag. 146 pt. ordinea operațiilor aritmetice de calcul pt  $\eta_i$  și  $s_i$ .

$$\text{Se obține: } \delta_1 = 1 + 0,935 \cdot \frac{C_{v_0}}{\sigma_{v_0}} \cdot \left[1 - \frac{K_1}{K_P}\right] \quad (5.70.)$$

Algoritmul de lucru constă în desfășurarea pașilor succesivi, care este rezultatul din relațiile (5.66.), (5.67.), (5.69.), (5.70.), (5.76.). Pentru realizarea pașilor succesivi s-a conceput logica de lucru prezentată la pot. 5.7.

Deosebirea dintre algoritmele prezentate la pot. 5.2. și 5.5., constă deci în modul de lucru, în esență acestea fiind identice, lucru care se poate vedea comparativ din tabelele de valori din anexa 3. Modul cum au fost întocmite tabelele din anexa 3 este prezentat la pot. 5.7.

Astfel algoritmul de la pot. 5.2. este specific sistemelor hardware analogice, la care calculul se face continuu pentru toate operațiile inclusiv funcții exponențiale, iar strategia de reglaj adaptiv se face discontinuu prin interfață - vezi pot. 5.6.

Pe de altă parte algoritmul de la pct.5.5. este specific sistemelor software numerice, utilizând unități programabile, la care operațiile de calcul au fost înlocuite cu tabele de valori conținând rezultatele acestor calcule stocate în memorie, iar în cadrul strategiei de reglaj adaptiv are loc corecția valorilor regimului de lucru cu eficiență - utilizând în acest scop cele 4 operații aritmetice ale unităților programabile standard, vezi pct.5.7.

Strategia de optimizare în pași succesivi se desfășoară astfel:

a.) mașina cu reglaj independent pentru  $n$  și  $a_1$

Pasul 1 : - valori inițiale  $n_{i-1}, S_{i-1}$  (de la pasul precedent sau extrase din tabel cu valori de pătrundere);

- calcul  $K_1$  cu relația (5.87.);

- identificare coeficienți de corecție  $\delta_1, \alpha_1$  din tabele memorate (valorile acestora fiind determinate prin relațiile (5.86.a.) și (5.90.) în funcție de material, coeficient de încărcare  $K_p$  și  $K_1$ .

- corecția avansului și turației curente cu relațiile (5.86.b.) și (5.88.) obținându-se valorile  $S_1, n_1$  pentru pasul următor

b.) mașina are avans pe rotația constantă.

Pasul 1 : - valori inițiale  $n_{i-1}, S_{i-1}$ ;

- calcul  $K_1$  cu relația (5.87.);

- identificare coeficient  $\delta_1$  din tabele memorate (relația de calcul de determinare fiind (5.90.), în funcție de material, coeficient de încărcare  $K_p$  și  $K_1$ ;

- corecția turației curente cu relația (5.88.), obținându-se  $n_1$  pentru pasul următor;

c.) mașina are avans manual cu vizualizare a valorii  $M_1$

-----  
 cialului ca în cazul b. Cazul c este adecvat mașinilor de găurit cu diametre mici, la care unitatea programabilă sau microprocesorul trebuie simplificată la strictul necesar, din motive de preț limitat de preț redus al mașinii.

#### 5.6. Soluționarea algoritmului cu elemente de calcul analitic

Se pornește în acest caz de la algoritmul prezentat la pct.5.2. cu relațiile (5.59.) sau (5.60.), în care  $M_t$  și  $S, n$  (respectiv  $S_p$ ) sînt marimi din proces, iar  $p$  și  $q$  sînt parametrii inițiali introduși de operator și calculați cu relațiile (5.61.) și (5.62.) pentru materialele ca: Al, Bz, Fm, Fo, respectiv cu relațiile (5.63.) și (5.64.) pentru prelucrarea oțelului.

Acești parametri  $p$  și  $q$  sînt dependenți de următoarele

elemente inițiale ale cazului tehnologic de prelucrat:

- material semifabricat (prin coeficienții și exponenții  $C_M, C_V, Z_V$ );

- tipul sculei (prin parametrul  $A$ );

- diametrul de prelucrat (prin parametrul  $d$ );

S-au ales 5 tipuri de materiale de prelucrat: Al, Bz, Fu, Fo, OL, pentru care s-au stabilit valori de referință pentru  $p$  și  $q$  și deci pentru calculul valorii de referință  $n_0$  cu relațiile (5.5.) sau (5.6.).

Pentru celelalte cazuri concrete de prelucrare și care dau în realitate diferențe față de cele 5 materiale tip, se pot aproxima cu aceste 5 tipuri de materiale - din punct de vedere al parametrilor inițiali  $p$  și  $q$  - și ca urmare, prin DA se va regla turatia de lucru la valorile de calcul  $n_0$ , rezultate din luarea în considerare a valorilor efective  $n_{0\text{ef}}$ , care sînt diferite de cele ale cazurilor tip de prelucrare.

Pentru gama de diametre de prelucrare  $\varnothing 2,5 - \varnothing 63$  mm, cu burghie conf. SFA 575/67, costurile specifice și regiele întreprinderi "INTEAFIREA" Oradea, s-au determinat valorile parametrilor inițiali  $p$  și  $q$ , prezentate în anexa 3.

S-au luat astfel:  $n_0 = 10,39$  lei/oră salar mediu orar;

$R = 250$  % regie medie de calcul;

Costul scuturii sculei:  $K_{ss} = (K_0 + R) \cdot \tau_{ss}$  (5.91.)

în care timpul scuturii sculei  $\tau_{ss} = d^{0,78}$  (5.92.)

numărul de scuturii  $N_s = \frac{L_2}{\tau_s}$  (5.93.)

în care:  $L_2$  - lungimea activă a burghaiului nou din SFA

$\tau_s = 0,5$  - adanc media îndepărtat la o aşchiere;

Valerile coeficienților și exponenților  $C_V, C_M, Y_V, Z_V$ , corespund cu fig. 2.10 ținînd cont și de valoarea caracteristică a avansului  $S_p = 0,5$  mm/rot.

Pentru  $Y_V$  s-au ales valorile discrete acoperitoare ale intervalului întreg: 0,3-0,4-0,5-0,6-0,7-0,8 preselecțate prin comutator

Din anexa 3 se observă că  $p$  are valori în intervalul

$$3736,13 + 226,42$$

$q$  are valori în intervalul

$$1778 + 0,0025$$

Variația acestor parametri este redată în fig. 5.6.

Parametrii  $p$  și  $q$  vor fi introduși manual cu 2 potențioметри, sub formă de tenetude, utilizînd constante  $C_p = \frac{1}{1,5}$  și tenetude  $U_p = 12,454 + 0,755 V$ ;  $C_q = \frac{1}{1,5}$  și tenetude  $U_q = 11,653 + 0,00167 V$



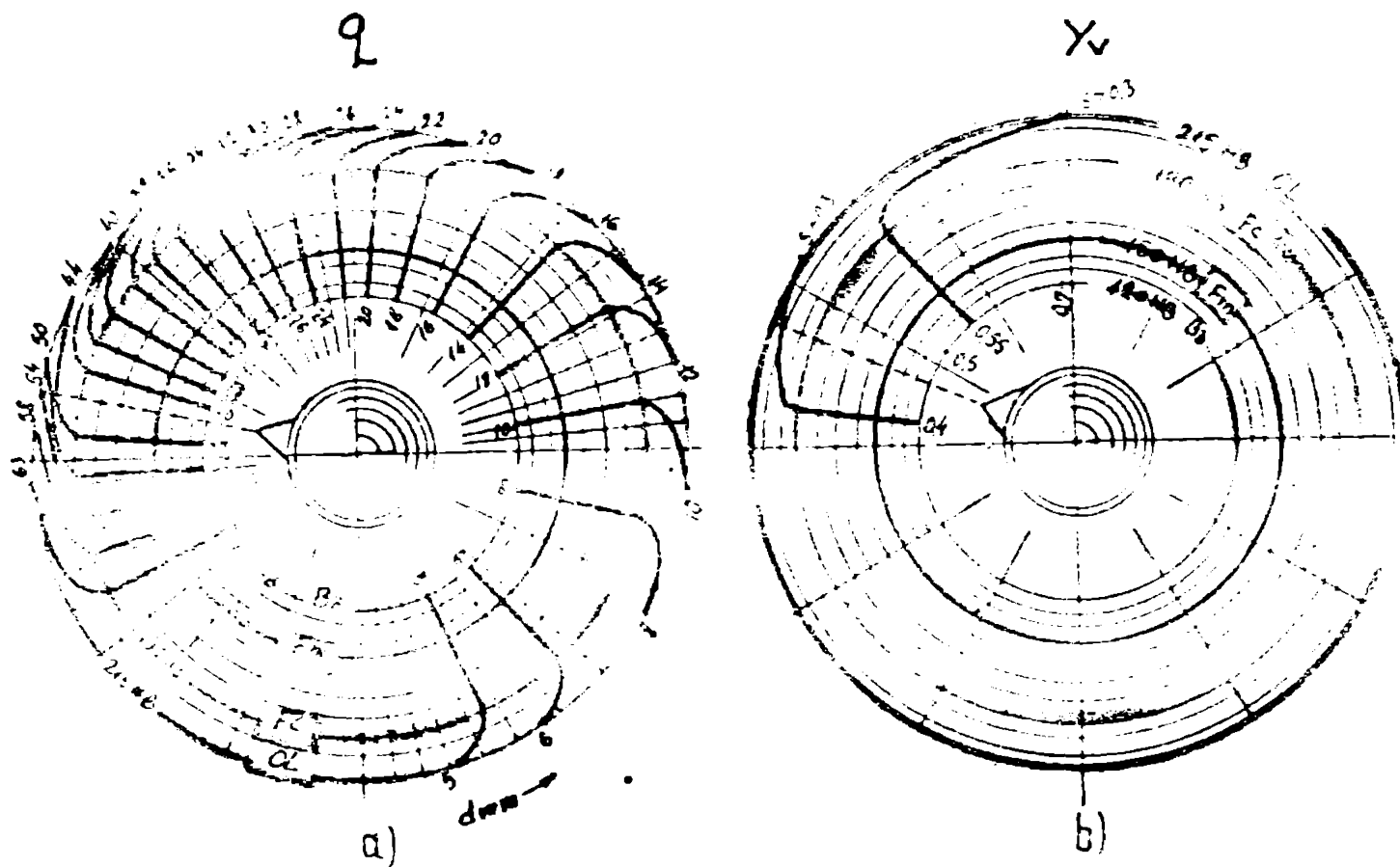


Fig. 5.7

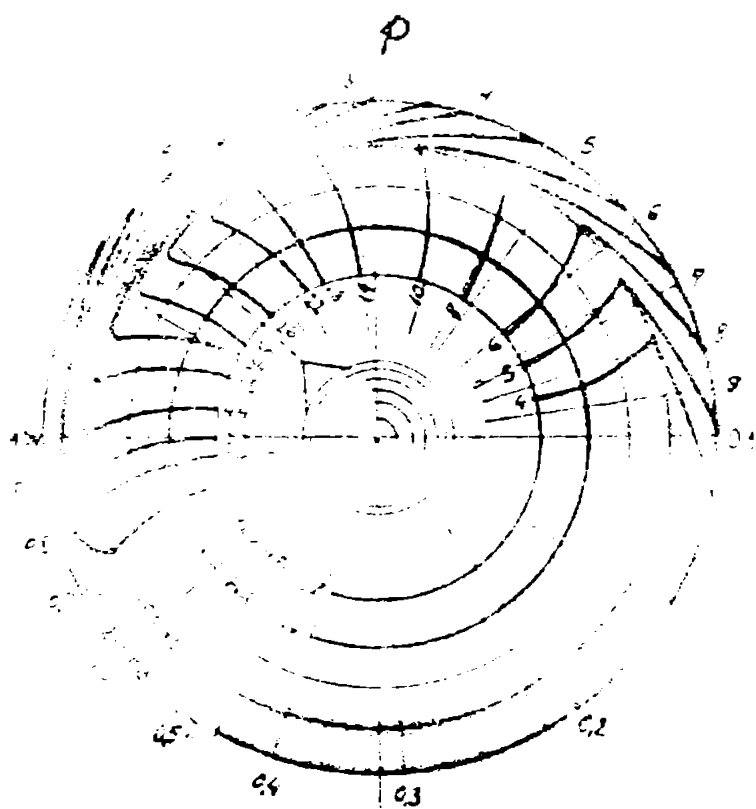


Fig 5.7. c.

Abacurile de etalonare a acestor potențiometre sînt reduse în fig.5.7.

**5.6.1. Structura SGA**

Correspondent algoritmului descris cu relația (5.60.), schema bloc de calcul analogic este redată în fig.5.8., care de fapt reprezintă blocul de calcul BC din cadrul blocului mărimilor de referință (MR) din fig.3.7. Utilizînd elemente constructive prezentate în [5.8.], [5.9.], [5.10.], [5.11.]. Traducătoarele  $T_x$  sînt prezentate la cap.4. Traducătoarele  $T_y$  și  $T_z$  sînt tahogeneratoare de tip REO 444 cu semnal analogic de 60V/1000 rpm.

Traducătoarele  $T_y$  pentru forțe axiale de apăsare nu se utilizează pentru algoritmul turății ACP la găurire ci în SGA de avans.

5.6.2. Blocurile de calcul analogic din structura SCA

5.6.2.1. Element de împărțire  $S_r = \frac{S}{n}$

$S = 3 \pm 430$  mm/min care corespunde cu  $0,134 \pm 19,1952$  V

de la tahogenerator  
 $n = 22,4 \pm 2500$  rot/min  
 care corespunde cu  $1,34 \pm 150$  V de la tahogenerator

$\frac{S}{n} = 0,02 \div 0,577$  mm/rot  
 care corespunde cu  
 $U$  ieșire =  $0,1816 \pm 5,2407$  V

Purtația fiind în 24 de trepte se obține la ieșire tensiune conf. familiei de drepte din

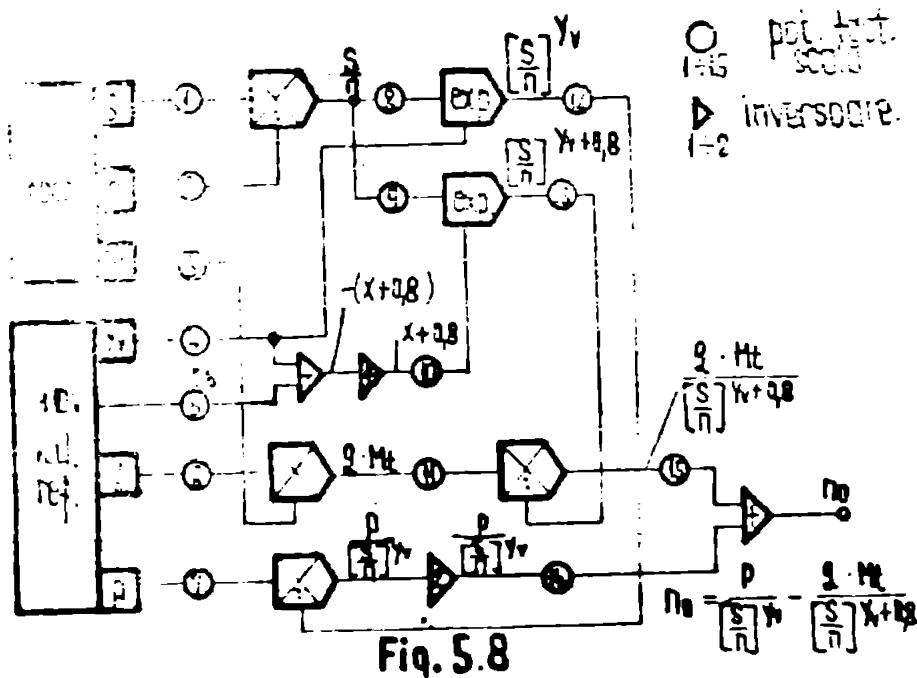


Fig. 5.8

Fig. 5.9.a., cu comutarea treptelor prin relee acționaste de interfață. Schema elementului împărțitor este redată în fig. 5.9.b.

5.6.2.2. Element exponențial  $\left[\frac{S}{n}\right]^{x_v + 0,8}$  cu exponent subunitar  
 $\frac{S}{n} = 0,02 \pm 0,577$  mm/rot respectiv  $0,1816 \pm 5,2407$  V

$I_v = 0,3 \pm 0,8$

Soluția constructivă este prezentată în [5.10.] prin comutarea diferitelor circuite de rețete la amplificatorul operațional, corespunzătoare valorilor lui  $I_v$ .

Schema se bazează pe principiile enunțate în fig. 5.10. Valorile de ieșire ale blocului corespund cu familia de

curbe din fig. 5.11. și se situează în intervalul  $0,2554 \pm 3,762$  V.

5.6.2.3. Element exponențial  $\left[\frac{S}{n}\right]^{x_v + 0,8}$  cu exponent supraunitar.

$\frac{S}{n} = 0,02 \pm 0,577$  mm/rot, respectiv  $0,1816 \pm 5,2407$  V

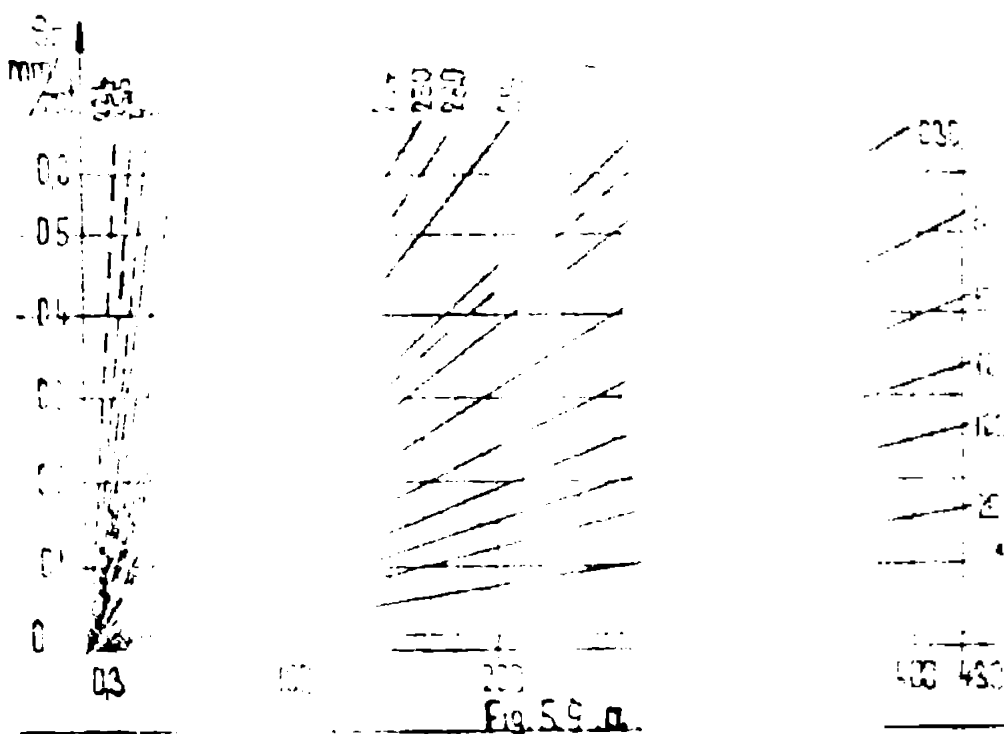


Fig. 5.9.a.

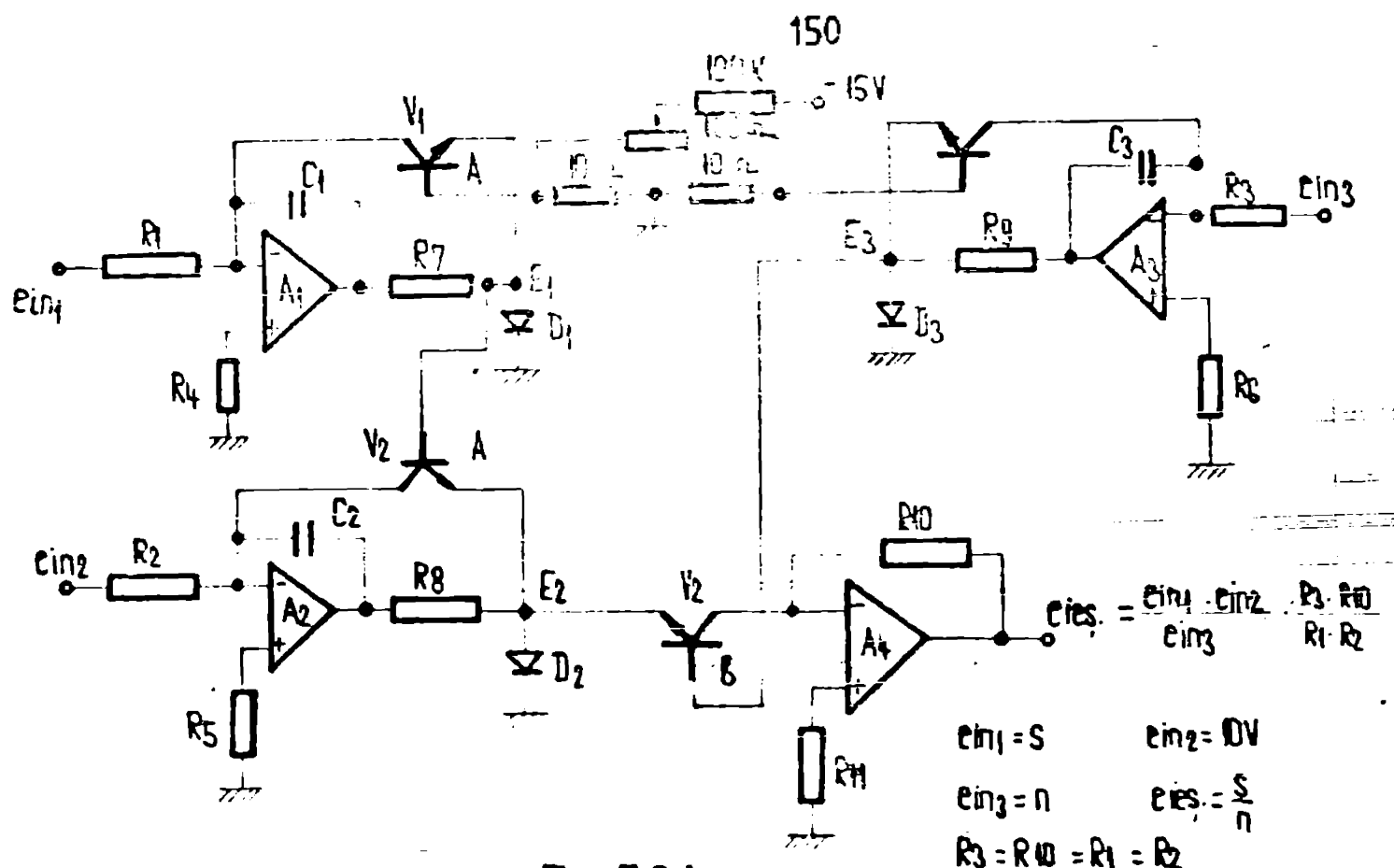


Fig. 5.9.b.

$$Y_v + 0,8 = 1,1 \div 1,6$$

Soluția constructivă este prezentată în fig.5.12., similară cu cea de la pct.5.6.2.2., și valorile de ieșire conf.familiei de curbe din fig.5.13.

Limitările domeniului de variație a mărimilor de ieșire la ambele elemente exponențiale provin din considerente de neutilizare a porțiunilor eliminate pentru cazurile tehnologice uzuale.

În felul acesta intervalul de variație a mărimii de ieșire de  $0,0652 \div 14,1587$  V se reduce la  $0,0652 \div 12$  V.

#### 5.6.2.4. Element multiplicator $q \cdot M_c$

$$q = 0,0025 \div 17,78, \text{ respectiv } 0,00167 \div 11,853 \text{ V}$$

$M_c = 8,43 \div 16000$  Non, respectiv  $0,00527 \div 10$  V, care s-a obținut utilizând o constantă  $C = \frac{1}{1600}$  la blocul de măsură.

Operația de înmulțire conf.valorilor din anexa 3 se efectuează între valorile mici ale  $q$  și cele mari ale  $M_c$  și invers, respectiv domeniul pentru produsul  $q \cdot M_c$  va fi:  $17,78 \cdot 8,43 \div 0,0025 \cdot 16000 = 149,88 \div 40$  iar produsul tensiunilor:  $11,853 \cdot 0,00527 \div 10 \cdot 0,00167 = 0,06246 \div 0,0167$  și utilizând constante  $C_1 = 100$  vor da la ieșire tensiuni în intervalul  $6,246 \div 1,67$  V, conf.schemei din fig.5.14.cu circ.integrate.

#### 5.6.2.5. Element împărțitor $p \cdot \left[ \frac{S}{D} \right] Y_v$

$$p = 3736,13 \div 226,42, \text{ respectiv } 12,454 \div 0,755 \text{ V}$$

$$\left[ \frac{S}{D} \right] Y_v = 3762,8 \div 255,4 \text{ respectiv } 3,76 \div 0,255 \text{ V}$$

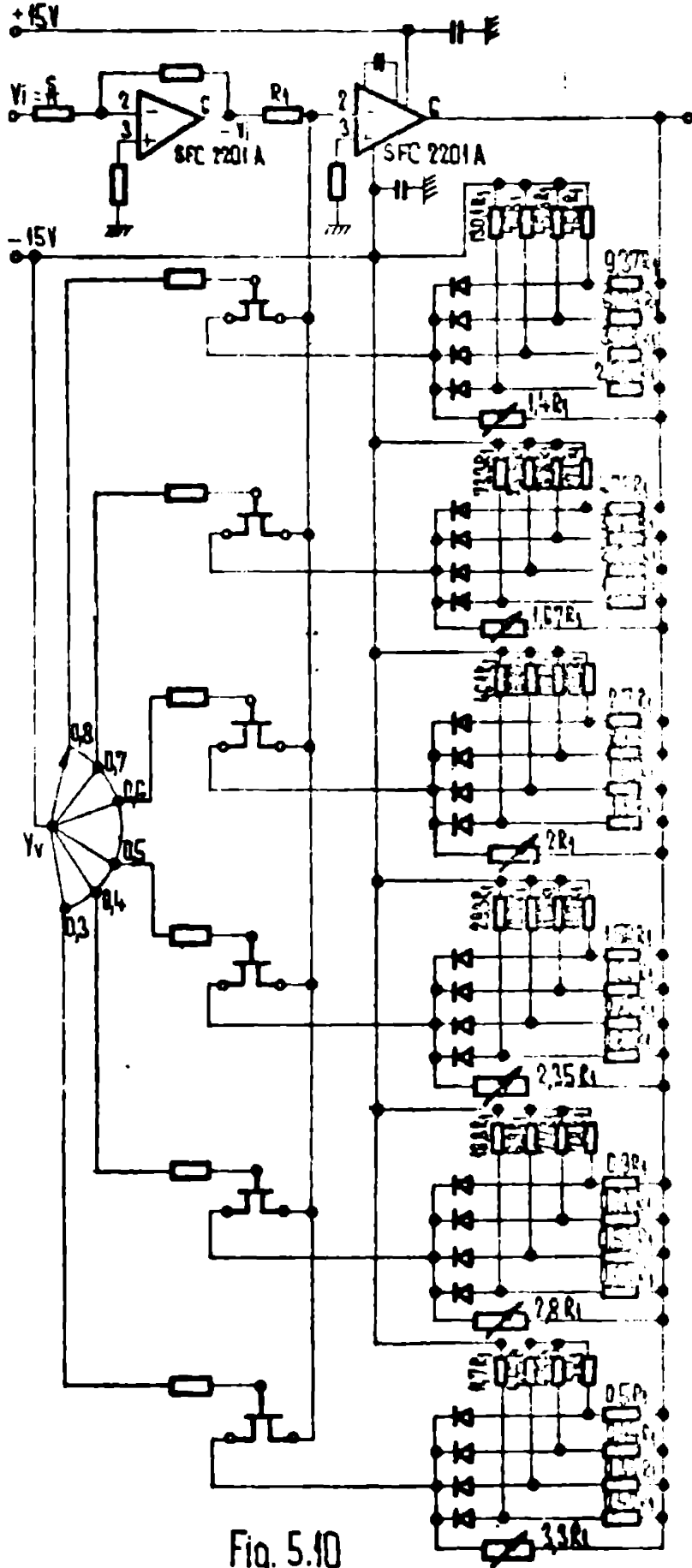


Fig. 5.10

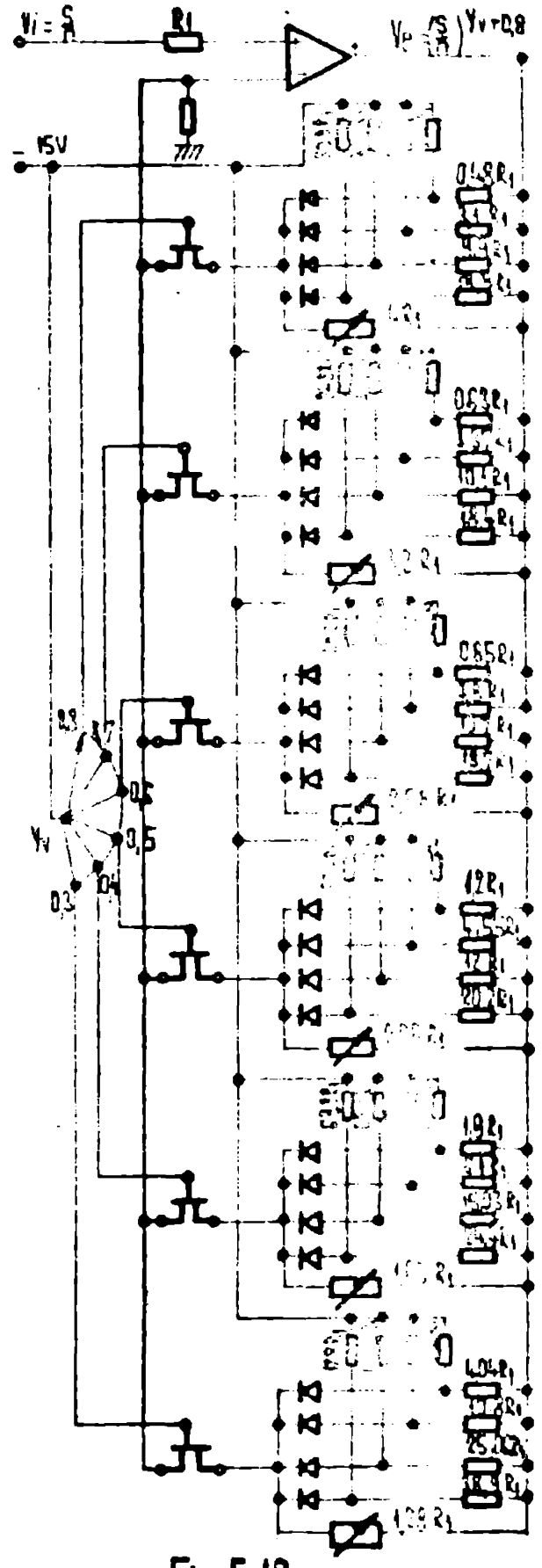


Fig. 5.12

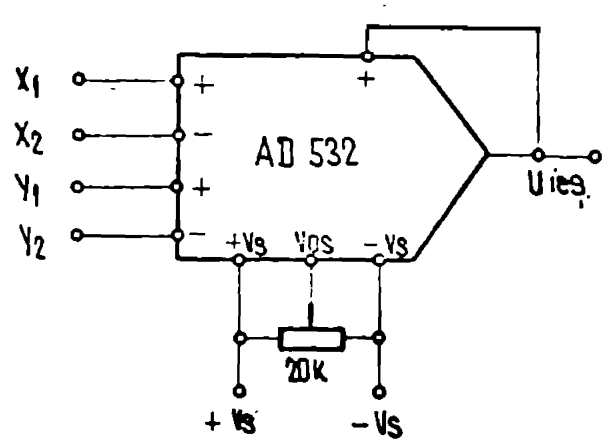
Aici sînt posibile cîteva combinații, dar amenzial maxim  
 al cîrării de ieșire va fi:  $12,454 + 0,255 + 0,755 = 3,96 = 40,8$   
 $+ 0,2 \text{ V}$ .

Se alege o constantă  $a_2 = \frac{1}{2}$  și se obține la ieșire  
 $12,2 + 0,05 \text{ V}$ .

Schemă elementului este prezentată în Fig. 5.15 cu cit. integr.





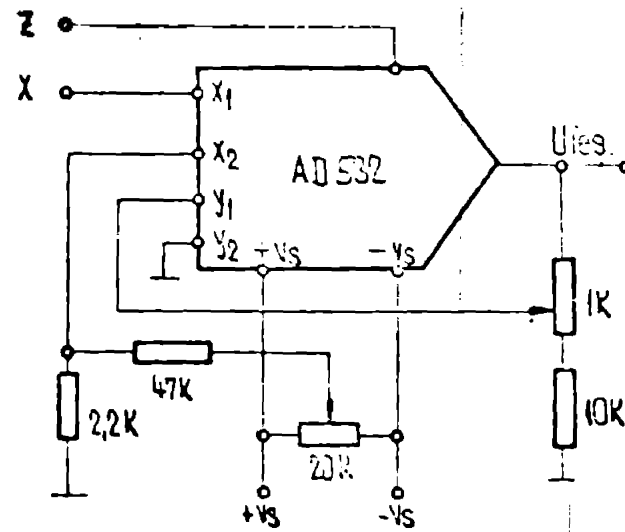


$$U_{ies} = \frac{(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2)}{10}$$

$$U_{ies} = \frac{X_1 \cdot X_2}{10}$$

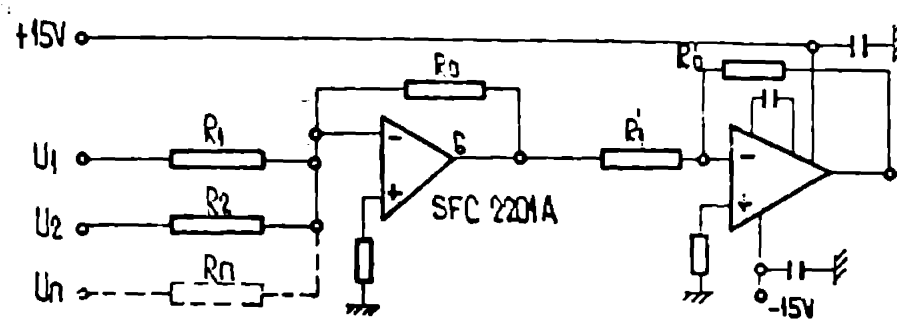
$$X_2 = Y_2 = 0 \text{ (masă)}$$

Fig. 5.14



$$U_{ies} = \frac{10Z}{X}$$

Fig. 5.15



$$U_e = \frac{R_0}{R_1} \left[ \frac{R_0}{R_1} U_1 + \frac{R_0}{R_2} U_2 + \dots \right]$$

$$\frac{R_0}{R_1} = 4; \frac{R_0}{R_2} = 1; \frac{R_0}{R_n} = \frac{1}{5}$$

Fig. 5.16

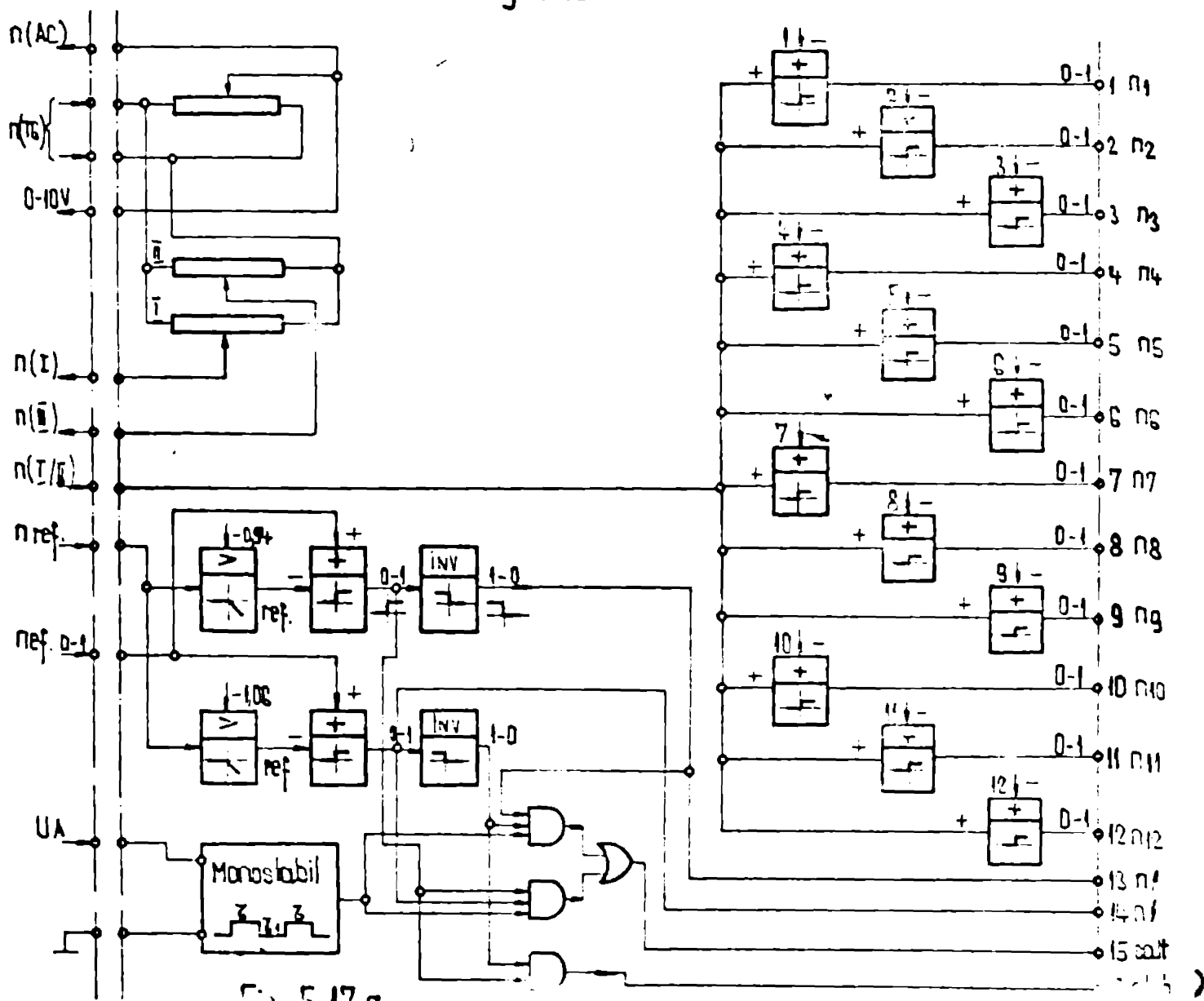


Fig. 5.17 a.

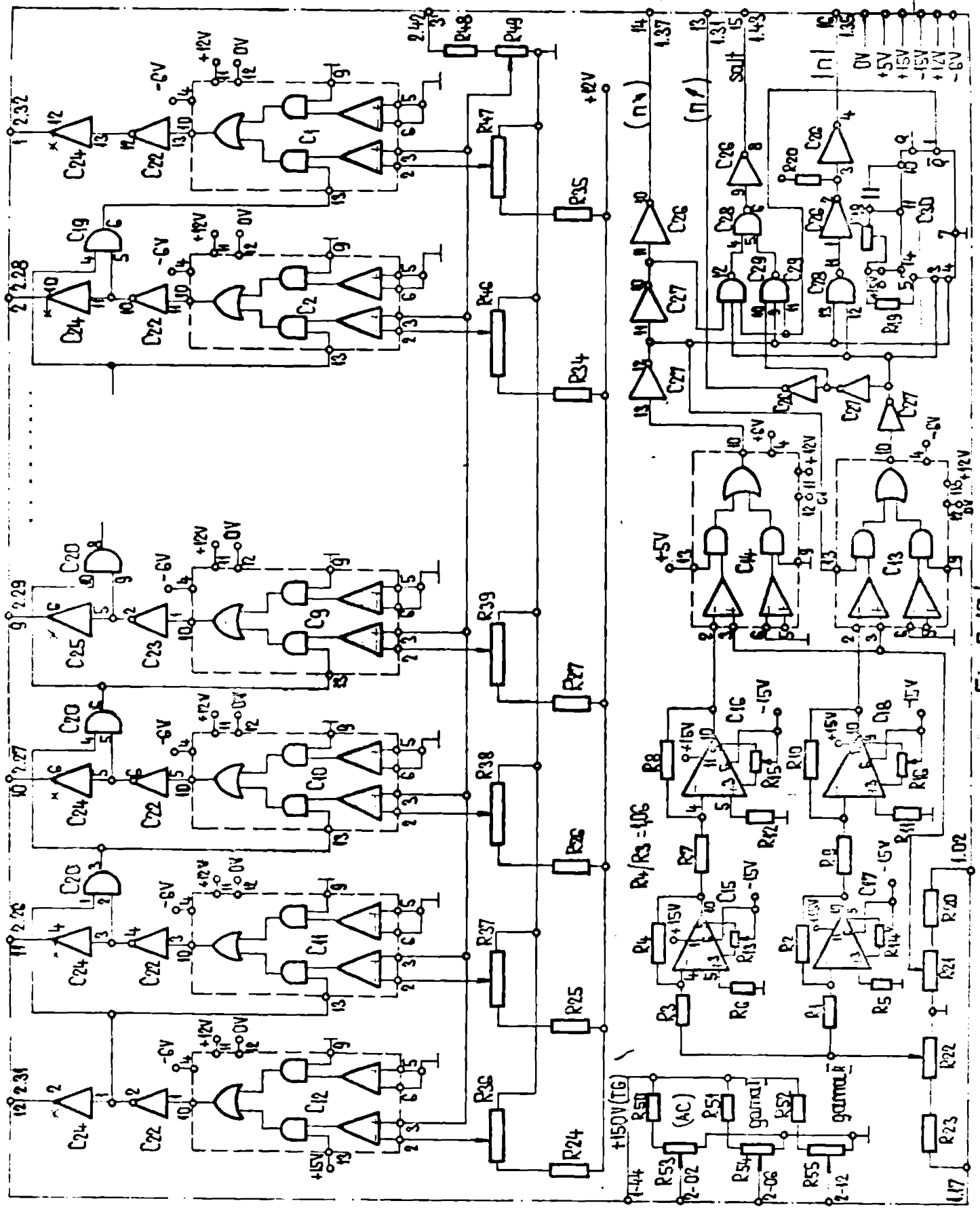


Fig. 5.17.b.

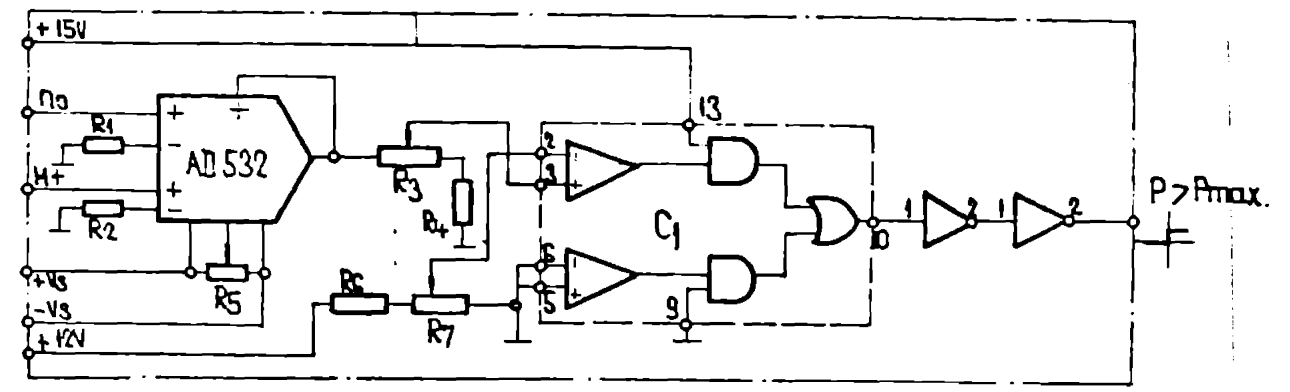


Fig. 5.18

$3,58 \pm 0,014$  V

Schemă de principiu a elementului împărțitor este prezentată în fig.5.15.

#### 5.6.2.7. Elementul sumator cu $n_0$ la ieșire

Înainte de însumare este necesară acordarea valorilor celor 2 termeni, ținând cont de constantele utilizate până acum, respectiv  $C_p \cdot C_2 = \frac{1}{300} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{1200}$  la primul termen și  $C_q \cdot C_n \cdot C_3 = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{1}{1600} \cdot 100 \cdot \frac{1}{16} = \frac{1}{240}$  la al doilea termen.

Această necesită o constantă de acordare  $C_4 = \frac{1}{5}$  la al 2-lea termen, lucru care va limita intervalul de variație a mărimii acestui termen la  $1,916 \pm 0,003$  V.

Ca rezultat se va obține domeniul de variație a mărimii de ieșire, conf. anexei 3 :  $n_0 = 10753 \pm 30,4$  rot/min respectiv  $10,284 \pm 0,029$  V.

Turația maximă a motorului fiind  $n_{max} = 2500$  rot/min, putem utiliza o constantă de amplificare la ieșire  $C_5 = 4$ , domeniul devenind:

$$n_0 = 2500 \pm 30,4 \text{ rot/min, respectiv } 9,564 \pm 0,116 \text{ V}$$

Nedepășirea limitelor este asigurată de interfață.

Schemă elementului sumator este dată în fig.5.16, cu tranzistori.

#### 5.6.3. Interfața dintre BMR și mașina unscaltă

Funcțiunile interfeței sînt următoarele:

- discretizarea turației de la tahogeneratorul AP în trepte egale geometric egale cu treptele cutiei de viteze;
- respectarea restricțiilor impuse de limitele  $n_{min} + n_{max}$  ale mașinii;

- luarea deciziei de creștere, scădere, sau stabilizare a turației efective prin comparare cu cea de referință, precum și decizia de salt a turației;

- realizarea celor de mai sus în regim automat AC și regim de simulare;

- verificarea restricției  $P_{ef} \leq P_{max}$

La intrările interfeței sînt următoarele mărimi:

- valoarea  $n_{TG}$  - turația efectivă a arborelui principal de la tahogenerator, care în prealabil este trecută prin contactele de sens ale motorului principal pentru a avea o singură polaritate indiferent de sensul de rotație și respectiv prin releele gamelor I și II de turații și 2 potențioastre de acordare;

- valoarea  $n_0$  a turației optime blocului de calcul analogic, care este în prealabil trecută prin comutatorul de regim și contactele releelor ce cuplază regimul automat AC și regimul tranzitoriu de salt al turației;

- valoarea  $n_{regl}$  a turației de referință pentru regimul de reglare (simulare) în care turația face salturi din mers și sub sarcină în regim de comandă manuală, cu trecerea prealabilă a valorii de referință prin comutatorul de regim și contactele ce cuplază regimul de reglare (simulare) și regimul tranzitoriu.

La ieșirile interfeței sînt următoarele:

- 12 trepte de discretizare a valorii  $n_{TG}$  -corespunzătoare a 12 trepte mecanice ale cutiei de viteze, cu salt din mers și sub sarcină;

- 4 semnale de comutare: turația crescătoare, turația descrescătoare, decizie de salt, decizie de confirmare a realizării reglajului turației.

Discretizarea turației  $n_{TG}$  constă în activarea a 12 releu, corespunzătoare celor 12 trepte cu schimbare din mers și sub sarcină a cutiei de viteze, cite un releu pentru fiecare treaptă. Aceasta se face <sup>prin</sup> compararea semnalului de intrare  $n_{TG}$  în comparatoare ce acoperă domeniul de reglaj pe 12 intervale, iar pentru fiecare interval se activează cite un semnal logic 1 la ieșirile interfeței.

Semnalul de la tahogenerator este comparat cu  $n_0$  pentru regimul AC, sau cu  $n_{regl}$  - pentru regimul de reglare - simulare, în comparatoare față de pragurile:  $1,06 \cdot n_0$  și  $0,94 \cdot n_0$  respectiv  $1,06 \cdot n_{regl}$  și  $0,94 \cdot n_{regl}$ , iar ca urmare a comparațiilor apar semnale logice 1, care prin elemente logice decid:

- creșterea turației dacă aceasta este sub intervalul de  $\pm 6\%$  din valoarea de referință;

- scăderea turației dacă aceasta este deasupra intervalului de  $\pm 6\%$  din valoare de referință;

- decizia de salt pentru cele 2 cazuri de mai sus pentru cazul că nu a fost declanșat regimul tranzitoriu (pe timpul tranzi-  
- oriu de salt se automenține decizia inițială de salt prin introducerea de referință a valorii  $n_{TG}$ );

- decizia de confirmare a realizării turației cînd aceasta este situată în interiorul intervalului de  $\pm 6\%$  din valoarea de referință.

Explorarea deciziilor de salt și de confirmare a realizării turației se face discret, cu ajutorul unui generator de impulsuri dreptunghiulare.

Respectarea restricțiilor  $n_{min}$  și  $n_{max}$  este realizată prin discretizarea în număr finit de 12 trepte a turației efective.

Verificarea restricției  $n_{max}$  se face prin calcul printr-o placă separată prin operația  $n_{ef} \leq n_{max}$ , care se realizează

prin amplificatoare operaționale, în bucla de reacție a cărora se conectează diferite rezistențe prin cele 12 relee de discretizare a turației, iar în urma comparației cu valoarea constantă  $P_{max}$  rezultă semnal logic 1 pentru cazul depășirii acestuia, care limitează creșterea în continuare a turației.

Taste semnalele logice de ieșire sînt transmise unei plăci DE a echipamentului NUMERON 321-3, placă dotată cu fotocupleare, care la ieșire acționează releele menționate mai sus, situate în dulapul convențional.

Schema bloc a interfeței este redată în fig. 5.17., iar fotografia în fig. 4.16.

Blocul de verificare a restricției  $P_{max}$  este arătat în fig. 5.18.

**5.6.4. Calitatea reglajului cu elemente de calcul analogic**  
Mașina GP 45 NC/AC fiind realizată cu schemă pe relee și cu echipament NC de tip hardware cu transitori cu siliciu, are interfața și blocul mărimilor de referință realizate printr-o structură hardware analogică.

Acestea are avantajul controlului continuu al mărimilor din proces cu un timp de răspuns redus.

Acest avantaj este însă valorificat parțial datorită reglării discontinue a turației în partea mecanică și datorită explorării deciziilor interfeței prin metode discrete.

În schimb, elementele analogice prezintă anumite dezavantaje legate de precizie, acordare, siguranță în funcționare, menținere în timp a reglelor, influența derivatei termice a componentelor etc.

Prețul echipamentului hardware este mai redus decât la cel numeric.

Stabilitatea este bazată pe existența intervalului de  $\pm 6\%$  pentru reglarea turației față de valoarea de referință.

Metoda permite orice salturi în intervalul de reglare al turației din mers și sub sarcină.

Așa cum s-a demonstrat în cap. 2, reglajul turației la găurire poate fi realizat în trepte pentru a se obține o precizie suficientă de apropiere față de optumul teoretic și ca atare metode hard analogică de calcul a acestui optim teoretic satisfac din punctul de vedere al preciziei, timpului de răspuns, prețului de cost la mașina GP 45 NC/AC.

#### **5.7. Soluționarea algoritmului prin metode numerice**

Algoritmul de lucru pentru acest caz poate fi exprimat în 2 moduri:

1.) relațiile (5.59.) sau (5.60.) împreună cu (5.61.), (5.62.)



(5.63.), (5.64.), care a fost folosit și pentru modul de rezolvare prin hard analogic.

2.) relațiile (5.86.), (5.87.), (5.88.), (5.90.) și (5.76.)

Ambele moduri reprezintă de fapt unul și același algoritm.

Soluționarea pe cale numerică a algoritmului implică existența calculatorului numeric, care poate să fie integrat în:

- echipamentul CNC al mașinii;
- interfața programabilă - echip.CNC;
- automatul programabil care comandă mașina;

Aceste echipări le întâlnim la mașinile din generația recentă, respectiv cele apărute după 1982. [5.7.], [5.12.], [5.13.], [5.15.], [5.16.], [5.18.] .

Așa cum s-a precizat la cap.2, astfel de posibilități prezintă echipamentele CNC din ultima generație, în general echipamentele sistem DIALOG, cum ar fi cele dezvoltate de YAMAZAKI pentru strunguri [2.47.], [5.12.], [5.18.] și mai recent și pentru centru de prelucrare prin frezare și găurire, precum și cele realizate de U.R.S.S. - model 2042, la ultimul volum de memorie afectat pentru reglajul adaptiv al turației și avansului la frezare fiind de 0,8 Kbyt [5.13.] .

Intrucât la noi în țară aceste echipamente CNC-DIALOG încă nu sînt stocate, autorul s-a orientat în utilizarea celorlalte 2 posibilități și anume interfața programabilă a echipamentului CNC-Numeron 530 M pentru mașina GOR 50 NC și respectiv automatul programabil AP 117 pentru centrul de prelucrare CPG 50, care se va dezvolta în 1984-1985 din mașina GOR 50 NC, conform microstudiului întocmit în acest sens pentru aceste genuri de mașini [5.14.] .

În acest sens, sub conducerea prof.dr.ing.Dodoa E., autorul a elaborat 3 variante de programe [5.7.] :

- un program pentru determinarea valorii de referință  $n_0$  prin calcul numeric pe automatul programabil, echipat cu un modul pentru funcții exponenționale;

- un program pentru programarea automată a regimurilor de aşchiere pe interfața programabilă a echipamentului Numeron 530 M, la mașina GOR 50 NC- în curs de asimilare în 1985 la întreprinderea "INFRATIMEA" Oradea;

- un program pentru programarea automată și corecția automată a regimurilor de aşchiere pe automatul programabil AP 117 la mașina CPG-50.

Programul al 2-lea de stabilire automată a regimurilor de aşchiere fără reglaj adaptiv, este un subprogram din cel de al 3-lea program. Acesta din urmă cuprinde în plus și corecția automată a regimurilor de lucru - caz în care se obține un reglaj adaptiv al ve-

lorilor turației și avansului de lucru, la găurire cu burghie elicoidale.

După cum s-a mai menționat în cap.2, sub conducerea prof.dr. ing.Dodon E., autorul a elaborat 2 programe pentru automatul programabil AP 117 [2.35.], care sînt utilizate pentru cazuri particulare care utilizează soluții de la SCA-uri și care sînt foarte răspîndite la ora actuală pe plan mondial - dar sînt o premieră pe țară, și anume:

- un program pentru detecția automată a microrupturilor și ruperilor complete de burghie la mașina GMP 4 x 63 NC, în curs de realizare în 1985 la IJU Bacău;

- un program pentru detecția automată a tăzării, microrupturilor și ruperilor complete de burghie la mașinile CPV-2 și CPH-2, din care CPV-2 fiind în curs de realizare în 1984, iar CPH-2 în 1985, la întreprinderea "INFRAȚIA" Oradea.

#### 5.7.1. Organigrama de lucru pentru metoda numerică de calcul a valorii de referință

Acestea se referă la primul mod de exprimare a algoritmului SCA-ului de reglaj al turației, respectiv prin relațiile (5.59.) sau (5.60.) împreună cu (5.61.), (5.62.), (5.63.), (5.64.) și este adecvat unui automat programabil AP 117, care în structura sa hardware conține un bloc de calcul pentru funcții exponenționale de formă  $X^Y$ . Se menționează că acest bloc de calcul încă nu a fost realizat pînă la ora actuală. Organigrama care stă la baza programului este redată în fig. 5.19. și care calculează la ieșire, valoarea curentă de referință  $n_0$ , deponată în memorie la adresa A 0029, iar calculul efectuîndu-se discret cu o periodicitate egală cu cea de baleiere a memoriei automatului. Avînd determinată valoarea de referință  $n_0$ , are loc reglajul automat al turației din mers și sub sarcină în baza deciziilor luate cu ajutorul organigramei din fig.5.20. , care se bazează pe admiterea unei precizii a reglării turației efective față de cea de referință cu o eroare de  $\pm 8\%$ , care a fost stabilită la  $\pm 6\%$ , la fel ca la interfața hardware de la pct.5.6.3., și avînd același procedeu de luare a deciziilor de reglaj al turației.

Se menționează că organigramele de calcul a valorii  $n_0$  și respectiv de reglaj al turației  $n_{of} = n_0$  sînt considerate ca subrutine ce se declanșează în momentele necesare conform organigramei din fig. 21.a. , care reprezintă funcționarea generală a SCA-ului cu strategia de optimizare în pași succesivi și verificarea restricțiilor active, cu reglarea succesivă a avansului și turației conform celor precizate la pct.5.3.

În cazul că avansul pe rotație este constant, organigrama de

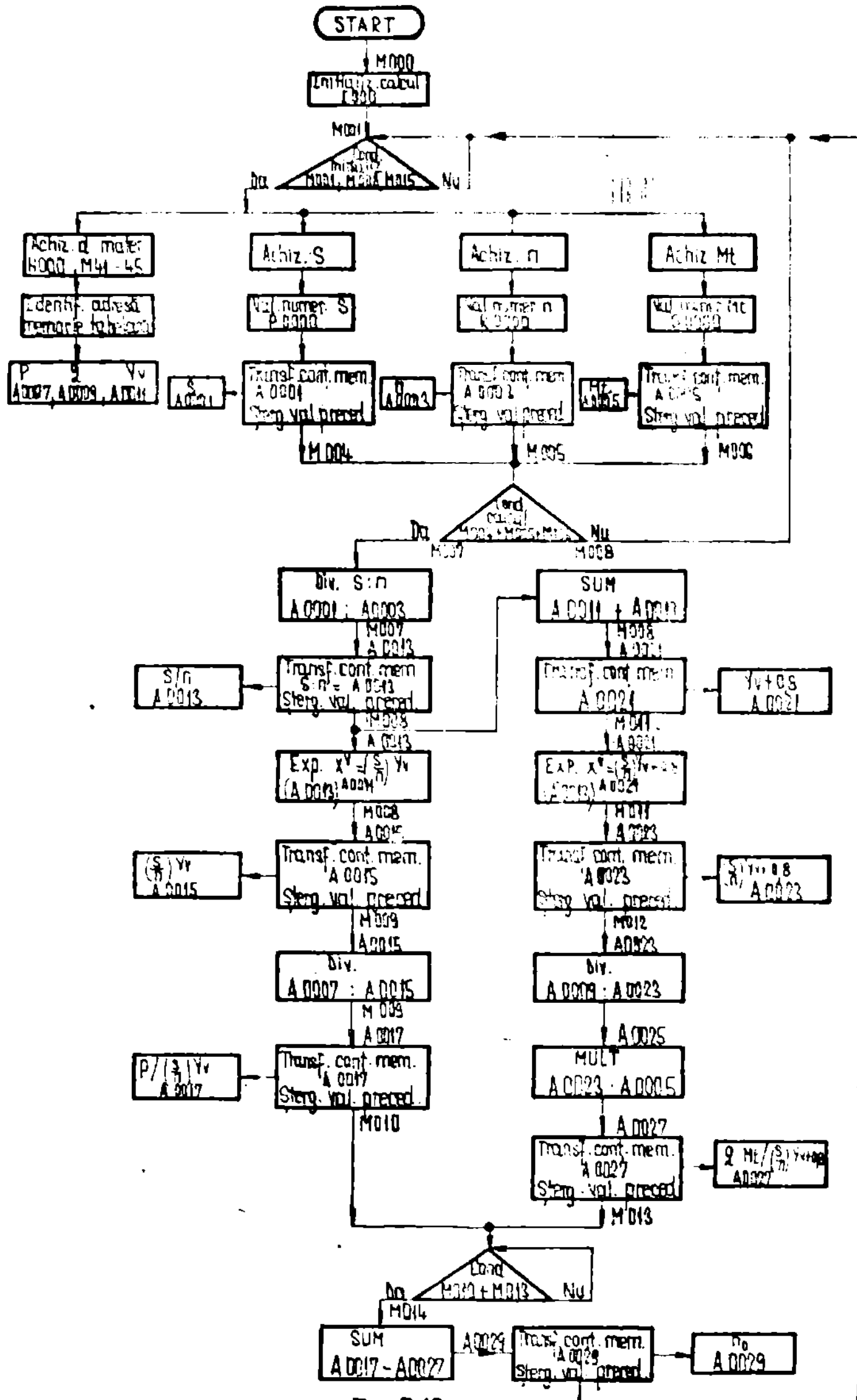


Fig. 5.19







- pe intervalul  $d = 30 \div 63$  mm, restricția  $M_t$  max

Calculul turației optime s-a făcut pe criteriul costurilor minime de prelucrare, pe baza algoritmului exprimat prin relațiile (5.75.) și (5.76.), în condiția cazului ideal și anume că  $M_t$  real =  $M_t$  ideal conf.(5.73.).

Tabelele de valori pentru regimurile de așchiere sînt date în anexa 3.1. Parametrii programați sînt:

- diametrul sculei  $d = 2,5 \div 63$  mm prin funcția programabilă H cu valori numerice egale cu valorile pare alese pentru diametre;
- cod material, cu 5 valori M 41; M 42; M 43; M 44 ; M 45 pentru cele 5 materiale de bază.

Pe baza acestor 2 parametri programați și validarea instalării regimului de așchiere, are loc identificarea din memorie a perechii  $n - s$  de valori optime, transferarea acestora într-o memorie intermediară și instalarea regimului de așchiere la mașina uneltă.

În anexa 3 au fost calculate valorile pentru  $n$ , în funcție de  $s$  și cu relațiile (5.59.), (5.61.), (5.62.), (5.63.), (5.64.). Se constată că s-au obținut valori foarte apropiate față de calculul cu relațiile (5.73.) și (5.75.), ceea ce dovedește că de fapt este vorba de unul și același mod de calcul al turației.

Modul de lucru este următorul: tabela de valori este stocată în memoria automatului programabil sau în interfața programabilă. Echipamentul NC poate să utilizeze funcțiile G și F pentru programarea turației și avansului, fie direct în rot/min și respectiv mm/min, fie prin coduri echivalente unor trepte fixe, toate acestea instalându-se direct la mașina uneltă. În cazul programării diametrului cu funcția H 02 + H 63 și cod material, prin funcțiile M 41 + M 45 și apoi validarea (M 46) are loc identificarea în memoria EPROM a automatului programabil a perechii  $n_0 - s_0$ , transferul acestora într-o memorie intermediară (cu ștergerea valorilor precedente), transmiterea acestora prin 2 ieșiri analogice de referințe la varistoarele care comandă motoarele principal și de avans. Volumul de memorie afectat de această funcție este de 0,672 K Byt în memoria EPROM a automatului programabil.

Tabela de valori din anexa 3.1. pentru programarea autonomă a regimurilor de lucru este prevăzută pentru implementare pe mașina GCR 50 NC, aflată în curs de asamblare în 1984. Organigrama de lucru este prezentată în fig.5.22.

### 5.7.3. Comanda automată a regimurilor de lucru la uneltă programabilă

Această re. rezintă de fapt comanda adaptivă prin faptul că

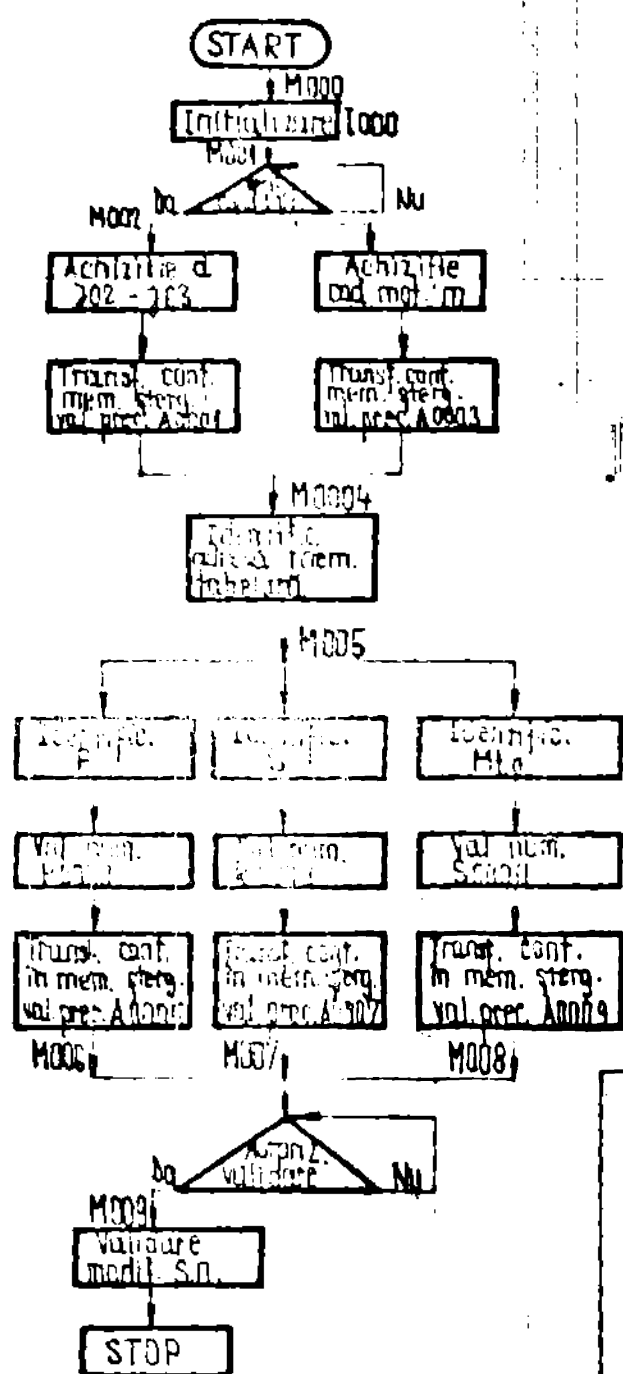


Fig. 5.22

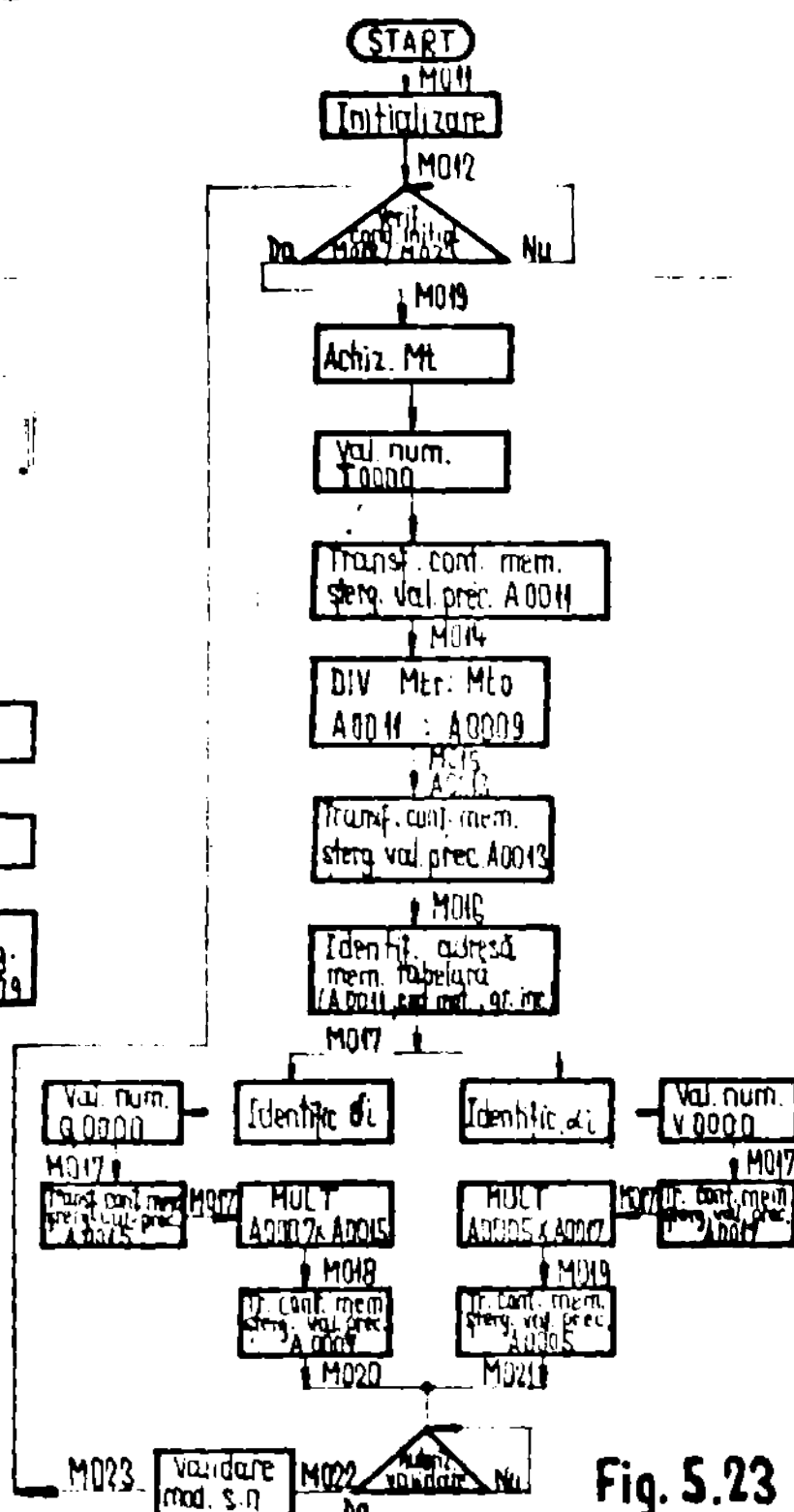


Fig. 5.23

are loc este programarea automată a regimurilor de lucru cît și corecția acestora din mers și sub sarcină, în funcție de un algoritim și o strategie de apropiere de un extrem nunit optim.

Structura hardware este un automat programabil AP 117, avînd intrări analogice IAN 08 pentru preluarea din proces a valorii efective  $M_c$ , cît și ieșiri analogice pentru referințe la variatoarele pentru  $a$  și  $s$ .

Valoarea efectivă a  $M_c$  este preluată de traductori și blocul de amplificare, filtrare și netezire și transmisă apoi la modulul IAN 08 al automatului AP 117. În memoria numerică EPROM a acestuia se află stocată sub formă tabelară o bancă de date, care cuprinde 2 părți:

- partea cuprinzând valorile de referință pentru  $n, s$  și  $\lambda$ ; din care  $n$  și  $s$  sînt utilizate direct pentru pătrundere, iar în lipsa  $OA$ , acestea sînt utilizate pentru programarea automată a regimurilor de lucru, ca la pct. 5.7.2.;

- partea cuprinzând valorile coeficienților de corecție pentru  $n$  și  $s$ , respectiv coeficienții  $\delta_1$  (pentru  $n$ ) și  $\alpha_1$  (pentru  $s$ ), aceștia fiind dependenți de raportul  $M_{tr}/M_{to}$  de materialul piesei ( $OL, Fe, Cu, Zn, Al$ ), gradul de încălzire al mașinii ceasta din urmă avînd valorile:  $1; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5$  și exprimat prin relația (5.76.)

Algoritmul de lucru este prezentat în fig. 5.23. din care se vede ordinea operațiilor logice și de calcul. Operațiile de calcul sînt efectuate cu valori numerice și cuprind o împărțire și două înmulțiri, iar restul sînt operații logice. În acest fel se folosește în mod corepunzător capacitatea de calcul a automatului AP 117, limitată la cele 4 operații aritmetice precum și memoria numerică tabelară. În prezent AP 117 are o memorie tabelară limitată la 256 octeți, ceea ce limitează utilizarea pe întreaga gamă de materiale. Memoria solicitată pt această funcție de corecție automată a regimurilor de lucru ar fi 2,146 KO și respectiv 0,768 KO împreună cu programarea automată a regimurilor de lucru. Acestea înseamnă un necesar de 0,58 KO pentru fiecare sortiment de material de prelucrat. Ar fi deci necesară extinderea memoriei numerice de 12 ori mai mare respectiv 2,9236KO pentru acoperirea întregii necesități de programare automată a regimurilor de lucru și corecție din mers sub sarcină a turațiilor și avansurilor pe toată gama de materiale. Din acest motiv, cu actualele posibilități ale automatului AP 117 se poate realiza CA a turației și avansului de găurire pe o mașină universală (de ex. OPV-2) pentru un material de prelucrat (de ex. oțel.) și pe o gamă utilă de diametre limitată (de ex.  $\varnothing 14 \rightarrow \varnothing 40$  mm).

Se poate implementa un astfel de program și la mașini speciale, respectiv agregate sau linii de transfer, avînd automat AP 117, la care se utilizează un singur material de piesă și o gamă fixă de diametre de găurire (găuri singulare), astfel ca memoria de 256 octeți să fie suficientă.

În anexa 3 sînt cuprinse cele 2 bănci de date amintite mai sus, respectiv:

- anexa 3.1. - valorile  $n, s$ , pentru programarea automată a regimurilor de lucru pe gamă de diametre  $2,5 \rightarrow 63$  mm și materialele  $OL, Fe, Cu, Zn, Al$ ;

- anexa 3.2. - valorile coeficienților de corecție  $\alpha_1, \delta_1$  pentru avans și turație în funcție de material, grad de încălzire și raportul  $M_{tr}/M_{to}$ .

În cazul utilizării ambelor bănci de date, anexa 3.1. se completează cu valorile de referință pentru  $M_{to}$ , iar în cazul programării automate a regimurilor de lucru fără corecția ecventora au sint necesare valorile pentru  $M_{to}$ .

Pentru cazul mașinilor care au opțional detecția automată a avariilor de scule - ex. CPV-2, prin traductori pentru  $F_{ax}$ , bancă a 2-a de date se modifică cu valori conf. anexei 3.3. pentru coeficienții de corecție  $\alpha_1, \delta_1$ , dependenți de diametru, cod material și raportul  $F_{ax}/F_{ax_0}$ , iar valorile de referință pentru  $F_{ax_0}$  vor înlocui pe cele prezente pentru  $M_{to}$  din completarea anexei 3.1.

În acest ultim caz, la CPV-2 pe memoria de 256 octeți de câte 8 biți a AP 117 se poate programa din cele 2 bănci de date (3.1. și 3.3.) valori pentru prelucrarea oțelului la un număr limitat la max. 14 valori de diametre de găurire și grad de încărcare egal cu 1.

#### 5.8. Concluzii privind algoritmul SCA

Din acest capitol rezultă următoarele concluzii:

- Algoritmul de calcul al turației se bazează pe costurile minime de prelucrare cu o relație dependentă de  $n, s, M_1$  și coeficienți prestabiliți în funcție de diametru și materialul piesei;
- Avansul se stabilește în funcție de încărcarea mașinii cu limitarea pe una din restricțiile sistemului, deoarece punctul de optim se află înafara domeniului delimitat de restricții, legat de variația avansului;
- Aproximarea de optim se face prin pași succesivi, respectiv cu iterații constând din variații succesive ale turației și avansului;
- Restricțiile SCA sint limitative pentru avans, iar  $P_{avg}$  este pentru turație;
- Algoritmul de calcul al turației poate fi exprimat în 2 moduri:
  - analitic pentru calcul analogic, sau numeric pe unități de calcul specializate, având microprocesor și funcții de calcul cu 4 operații aritmetice și funcția exponențială;
  - bancă de date în memoria numerică tabelară a unității programabile de calcul, constând din două tabele de valori distincte:
    - pentru programarea automată a regimurilor de lucru (care pot fi utilizate exclusiv de CA);
    - pentru corecția din mers și sub sarcină a valorilor  $n$  și  $s$ , utilizând operații de calcul aritmetic și cu volum total maxim de memorie de 3 K<sub>o</sub> sub formă de tabelă de valori.
- Pe AP 117 având 256 octeți a câte 8 biți se poate programa o bancă de date ca mai sus, având un material de prelucrat, 14 valori pentru  $d$  la încărcarea nominală delimitată de restricții.



## 6. ÎNCERCĂRI EXPERIMENTALE

### 6.1. Etalonarea sistemelor de măsură pentru $F_{ax}$ și $M_t$ (OPR5NC/AC)

Această operație constă în a aplica valori impuse pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$  la arborele principal, cu ajutorul unor dispozitive dinamometrice pentru sensurile + și -, pe întreaga gamă de valori și de a regla la blocurile traductorilor respectivi valorile pretensionărilor necesare, de a echilibra punțile de măsură și de a regla factorii de scală, astfel ca la ieșire să se obțină semnale analogice maxime de  $\pm 10$  V, corespunzătoare valorilor maxime ale  $F_{ax} = 1500$  daN și  $M_t = 1600$  daN, precum și variații liniare ale semnalelor de ieșire.

S-a utilizat dinamometrul cu ero oval tip SPALIDEP 3000 (R.P), cu care s-au aplicat forțe axiale crescătoare la arborele principal (fig. 6.1.b.).

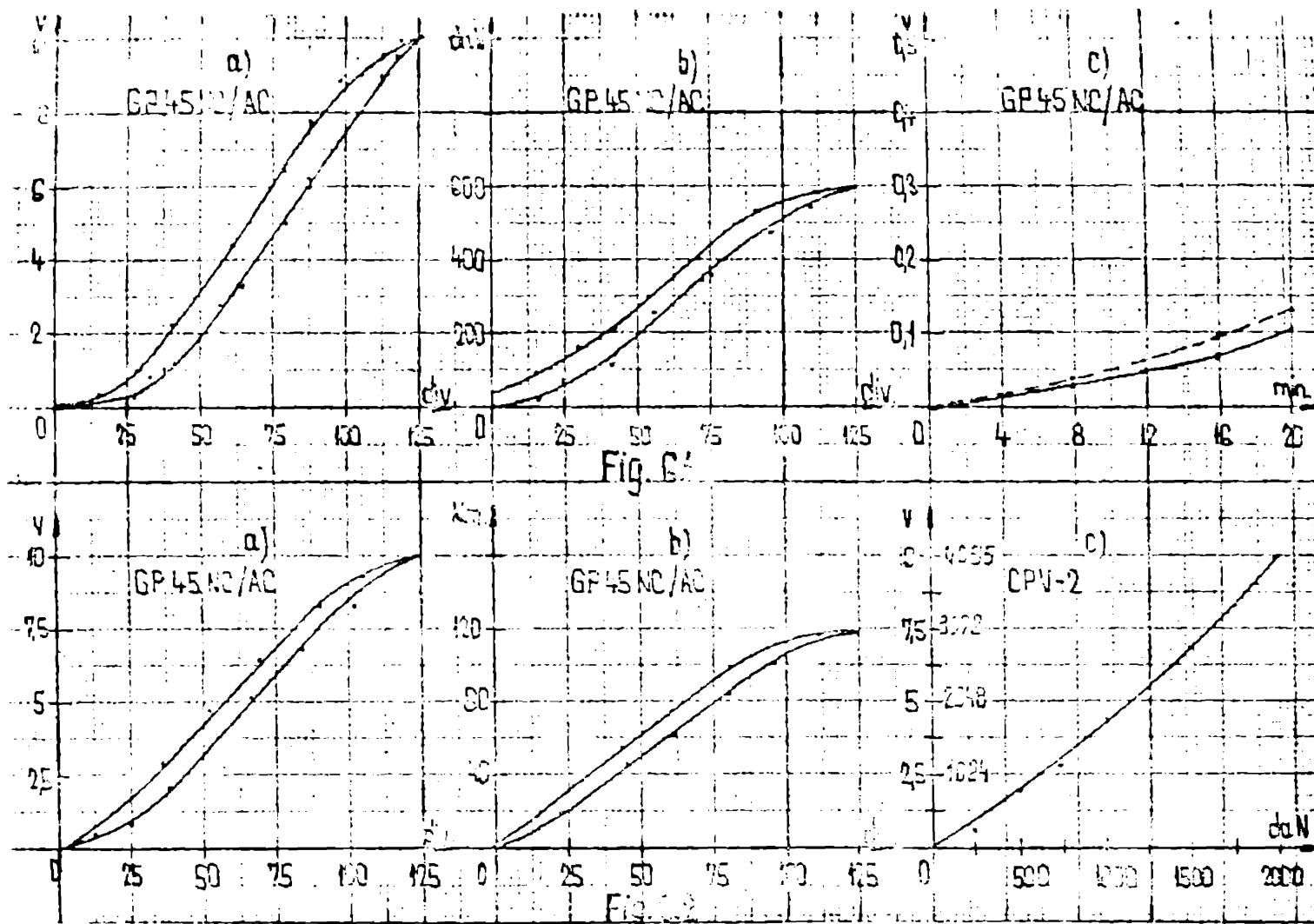
Curbele de etalonare sînt redate în fig. 6.1.a. pentru  $F_{ax}$ . Deriva termică a blocului traductor pentru  $F_{ax}$  este redată în fig. 6.1.c. lucru care necesită repunerea la zero a valorii de dezechilibru a punții cu ajutorul potenționometrului de pe panoul frontal al sistemului de măsură (inclus în cutia blocului de reglaj adaptiv al evansului, situată deasupra pupitrului de comandă al mașinii - fig. 4.17.a.). Această repunere la zero se face manual de către operator, prin control vizual periodic al aparatului indicator al dezechilibrului punții traductorilor pentru  $F_{ax}$ , redată în fig. 4.17.c.

În cazul traductorilor de moment (fig. 4.17.b.), etalonarea se face aplicînd momente de torsiune crescătoare la arborele principal printr-un dispozitiv simplu compus din braț fixat pe AP, și un dinamometru cu ero de tracțiune, iar cutia de viteze este blocată cu o penă între dinții a două roți dințate din interior. Curbele de etalonare pentru  $M_t$  sînt redate în fig. 6.1.d., iar deriva termică a traductorilor de moment în fig. 6.1.e. cu aceeași metodă de punere la zero ca pentru  $F_{ax}$ .

Bin fig. 6.1. și fig. 6.2. se observă cîte un histerezis între curbele de încărcare și descărcare, histerezis care se datorează dinamometrelor de solicitare a AP.

Acest lucru este vizibil în fig. 6.1.b. Ca stare diagramatică de etalonare pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$  sînt liniare privind tensiunile de ieșire la traductorii, cu factorul de scală reglabil se poate regla ca tensiunea max. de ieșire de 10 V să fie obținută, fie la  $F_{ax \max}$  și respectiv  $M_t \max$ , fie la valori intermediare ca în fig. 6.1. și fig. 6.2.





## 6.2. Determinarea parametrilor reali de calcul pentru $F_{ax}, M_t, n_0$

După cum s-a arătat în cap.2 modelul sistematic de calcul al  $F_{ax}$  și  $M_t$  cuprinde parametrii  $C_F, X_F, Y_F$ , respectiv  $C_M, X_M, Y_M$ , cu care se determină apoi parametrii de calcul pentru  $n_0$ , conform algoritmului arătat la cap.5.

Acești parametri trebuie să fie confirmați experimental, lucru care se va arăta în continuare.

S-au adoptat ca materiale experimentale: oțel OL 60 cu duritatea 218 HB fontă cenușie (Fc 200) având duritatea de 156 HB, bronz (CuSn9P) având duritatea 130 HB, aluminiu turnat (AlO) având duritatea 92 HB.

S-au ales ca diametre de găurire:  $\varnothing 10, \varnothing 20, \varnothing 30, \varnothing 40, \varnothing 50$  mm.

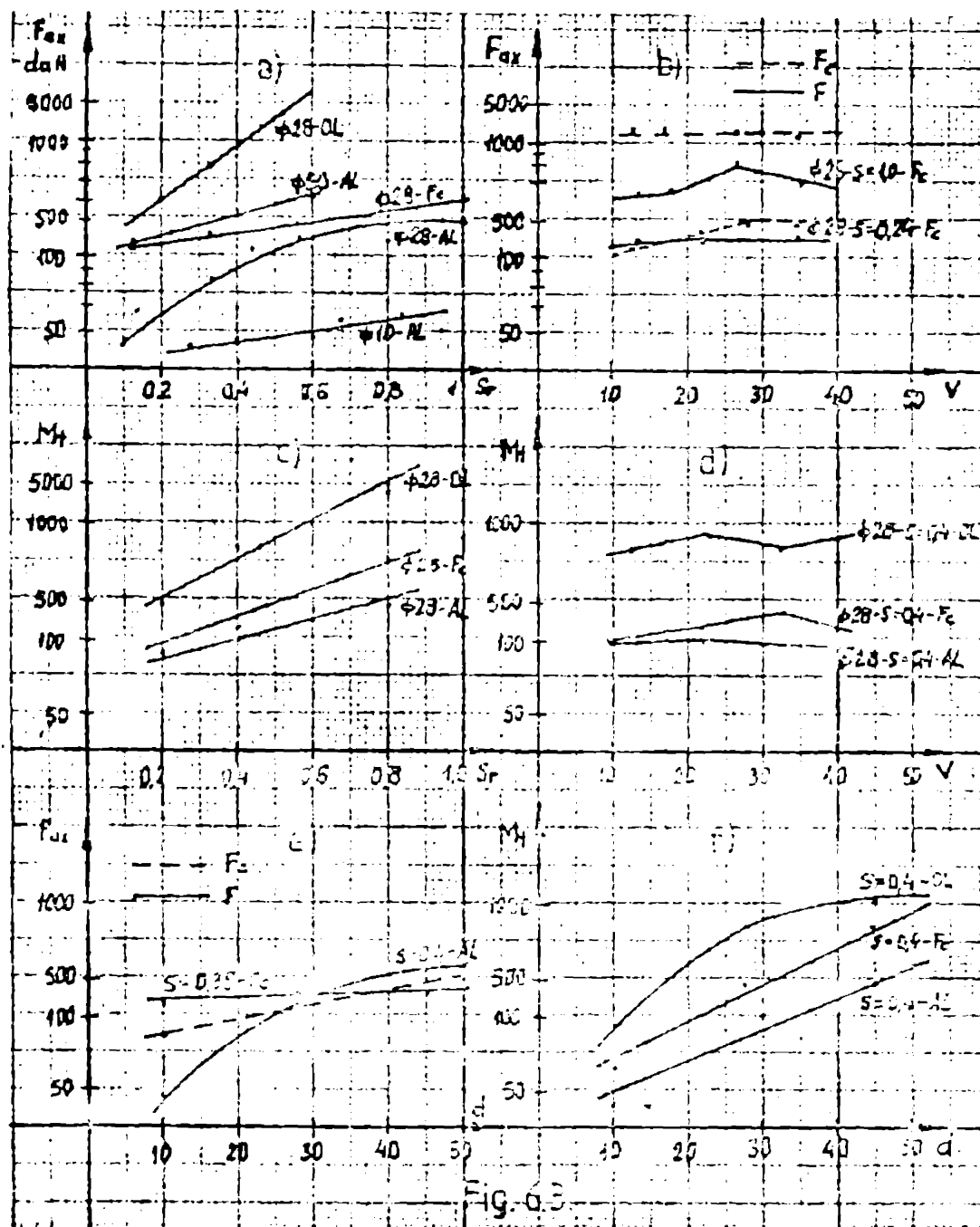
S-au luat viteze de aşchiere variabile pe intervalul 10-60 m/min și avansuri variabile și la fiecare viteză de aşchiere s-au măsurat valorile  $F_{ax}$  și  $M_t$  cu valori crescătoare ale avansului la fiecare diametru și material în parte. Măsurarea valorilor  $F_{ax}$  și  $M_t$  s-a făcut prin citirea aparatelor indicatoare și înmulțire cu factorul de scală. Pentru  $F_{ax}$  factorul de scală este 120 (1200 daN/10 V), iar pentru  $M_t$  factorul de scală este 160 (1600 daN cm = 10 V).

Valorile măsurătorilor sînt redată în tabelul 6.1. ce urmează, iar curbele de variație ale  $F_{ax}$  și  $M_t$  în funcție de  $S_r$  și  $V$

sunt redate în fig.6.3.

Față de valorile determinate experimental s-au recalculat parametrii  $C_p, X_p, Y_p, C_M, X_M, Y_M$  și sunt redați în tab.6.2. și fig.6.4.

Cu aceste noi valori, care sînt apropiate de cele stabilite



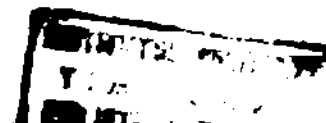
inițial pe bază teoretică, s-au determinat parametrii  $p$  și  $q$  de calcul  $n_0$  și redați în fig.6.5. Cu aceste valori ar trebui reconsiderate valorile coeficienților din relațiile algoritmului de calcul al  $n_0$  din cap. 5, precum și valorile indicate ale bazei de date din anexa 3. Deoarece diferențele sînt mici, este necesară corecția acestora față de cele stabilite în cap.5.

### 6.3. Verificarea funcțională a diferitelor subansamble ale mașinilor

#### 6.3.1. Verificarea și reglarea ACP la curs în gol și sub sarcină

Încercările s-au făcut pe mașinile CPV-2 (motor MCU 160, fig. 6.6) și respectiv GJR 50 HC (motor MCU 132, fig. 6.7.) la care s-au obținut domeniile de reglaj prevăzute.

Astfel la CPV 2 s-a obținut domeniul de reglaj de 16-3800 rot/min, cu motorul avînd reglajul prin variator la 9,2 kW pe intervalul la rot de 660 + 3800 rot/min în domeniul II și respectiv 16 + 720 rot/min în domeniul I, din care 125 + 721 rot/min la  $n = 0t$ , iar 16 + 125 rot/min la  $n = 0t$ . Astfel din intervalul total de 16 + 3800



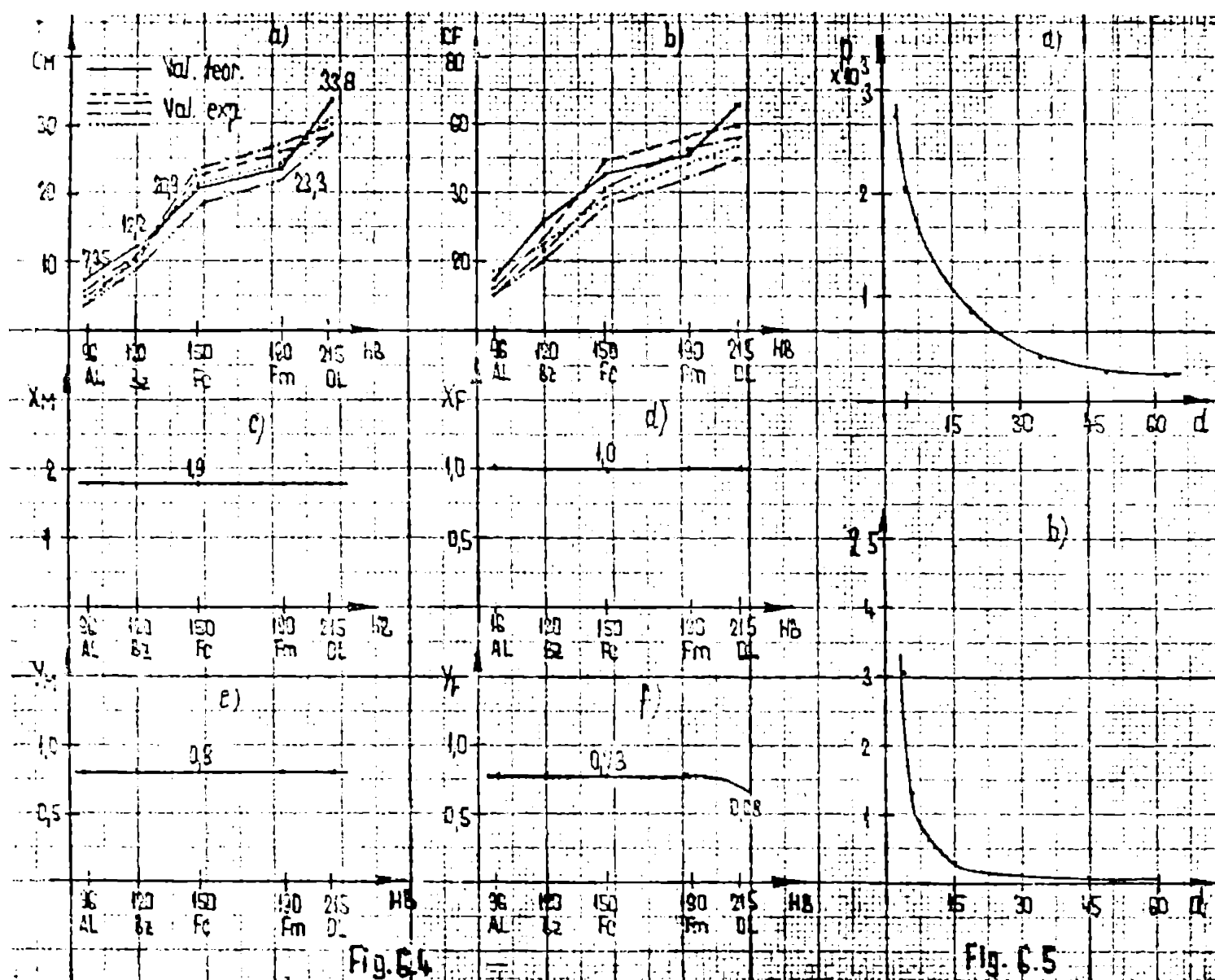


Fig. C.4

Fig. C.5

rot/min se obține 125 + 3800 rot/min la  $P_{\text{mot}}$  și 16 + 125 rot/min. la  $P_{\text{ct}}$ .

La probele de sarcină la  $P = 10$  Kw mașina s-a comportat normal la prelucrarea fontei Fe 250 cu freză frontală cu  $D = 200$  mm,  $\alpha = 5$  mm,  $B = 100$  mm,  $n = 200$  rot/min,  $S = 450$  mm/min.

La mașina GCR 50 NC, la care grupa succesoră este realizată cu 2 rapoarte cu curele dințate, s-a obținut domeniul 40 + 4000 rot/min, distribuit pe cele 2 game de turații astfel: 40-710 rot/min în gama I, din care 193-710 rot/min la  $P_{\text{mot}}$  și respectiv 224 + 4000 rot/min în gama II, din care 1080 + 4000 rot/min la  $P_{\text{mot}}$ . Domeniul la  $P_{\text{ct}}$  de 193 + 4000 rot/min are o discontinuitate în intervalul 710 + 1080 rot/min pe care reglajul este la  $P_{\text{ct}}$ , iar  $P = 3,8$  Kw în loc de 4,3 Kw, lucru care nu afectează performanțele mașinii.

La proba de sarcină maximă de 4,5 Kw, turația a fost 220 rot/min pentru freză frontală cu  $\varnothing 100$  mm, deci înafara domeniului la  $P_{\text{mot}}$ .

Motorul MCV 132 montat pe mașină a avut turația max. de 3800 rot/min, ceea ce a permis ca prin grupa succesoră să se multiplice la 7000 rot/min la ieșire la arborele principal, cu o funcționare de durată scurtă (cca. 10 min.) și silențioasă. Această turație

maximă peste limite maxime a domeniului de turații din norma tehnică a fost încercată pentru a se putea stabili performanțe maxime a mașinii, urmînd ca aceasta să fie omologată.

B. Varianta cu EMCC la  $\Delta$ ct și mec. sumator (fig.6.8.)

S-a încercat la mașina GCM 50 NC ca variantă modulară în locul soluției cu motor MCV 132. Domeniul de reglaj obținut este 56 + 4000 rot/min, împărțit pe cele 2 game: 56 + 710 rot/min (din care 280 + 710 rot/min cu puteri peste 4 Kw) și respectiv 315 + 4000 rot/min (din care 1400 + 4000 rot/min cu puteri peste 4 Kw).

Astfel domeniul de putere constantă 280 + 4000 rot/min are o discontinuitate pronunțată în intervalul 710 + 1400 rot/min, în care puterea medie este ca. 3 Kw. La proba de sarcină s-a obținut doar 2,5 Kw la turația 200 rot/min cu freza de  $\varnothing$  100 mm, ceea ce dovedește că performanțele acestei variante sînt mai reduse la turații sub 280 rot/min.

Pe de altă parte, grupul conic din mec. sumator s-a realizat cu roți cu dinți drepti și rectificați, care au reglaj mai greu la montaj, aceasta deoarece n-au putut fi realizate roți Gleason pentru viteze mari, întrucît nu se pot realiza reglaje ale mașinii de rectificat.

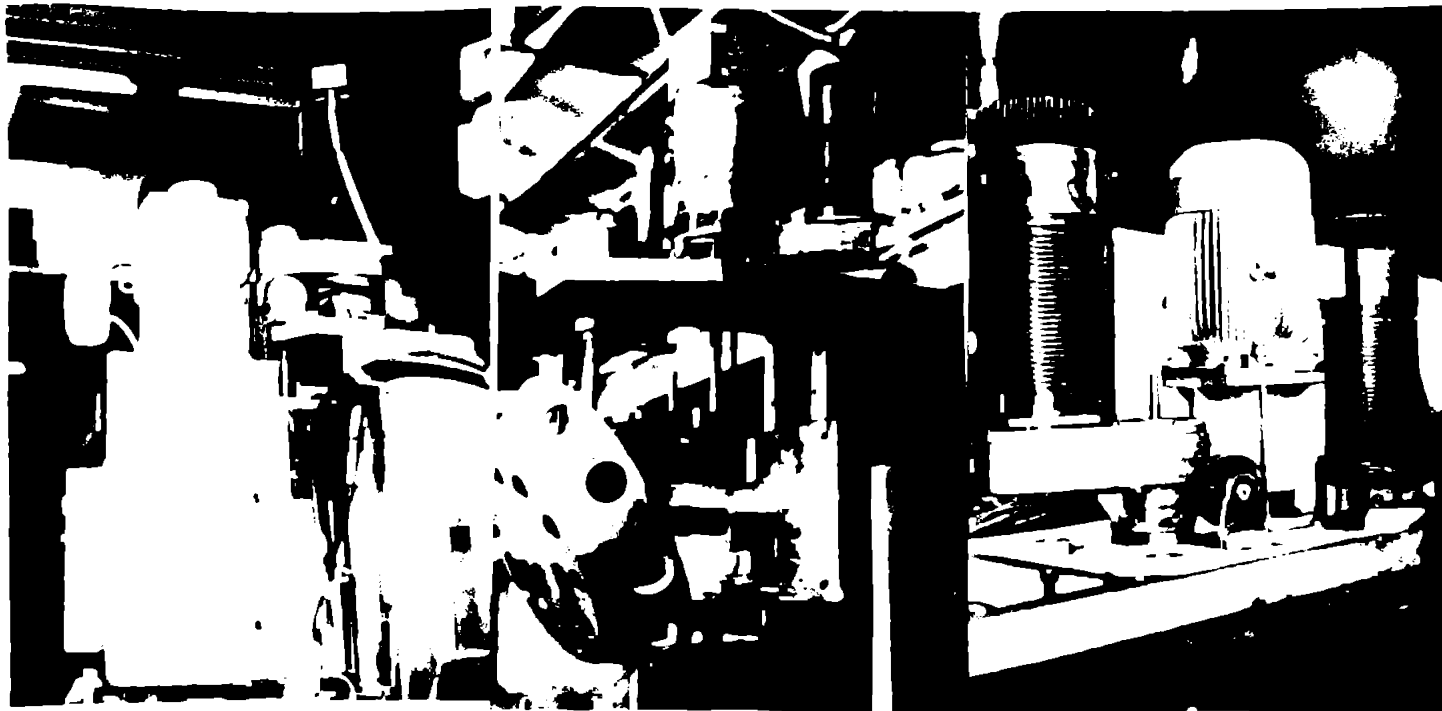


Fig.6.6

Fig.6.7.

Fig.6.8.

Pe de altă parte, în grupe succesoare au fost montate curele dințate cu cord textil (material sintetic) în loc de curele cu cord metalic (care încă nu sînt asimilate în țară), ceea ce a contribuit direct la limitarea momentelor de așchiere la proba de sarcină și obținerea ca efect 2,5 Kw în loc de 4 Kw. În schimb ecționarea s-a comportat bine la găurire pe întreaga gamă de diametre  $\varnothing$  2,5 +  $\varnothing$  50 mm.



C. Varianta cu cutie de viteze și reg. tranzitoria comandat prin HMR și mec. sumator.

Soluția a fost realizată și încercată pe mașina GP 45NC/AC (fig. 4.17.a.).

Domeniul de reglaj obținut a fost  $22 + 2500$  rot/min împărțit în 2 game  $22 + 450$  rot/min și  $125 + 2500$  rot/min, având la bază cutia de viteze cu grupuri baladoare și regim tranzitoriu, comandat prin HMR și mec. sumator.

### 6.3.2. Reglajul regimului tranzitoriu de salt al turației

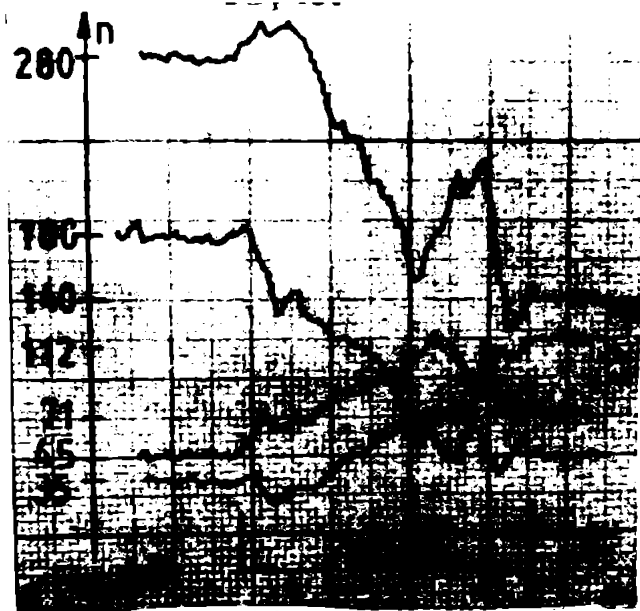
S-au încercat cele 2 regimuri de lucru caracteristice:

- regim de funcționare normală (convențională și cu NC), cu programare individuală a turațiilor și fără modificarea acestora în timpul procesului.

- regim de reglare a turației din mers și sub sarcină, respectiv de reglaj la mers în gol, cu modificarea turației prin salturi comandate în regim semiautomat.

În primul caz, turațiile programate au funcționat normal în toate variantele: de la pupitrul convențional, de la echip. NC cu introducere manuală a datelor, sau din program, iar cutia de viteze s-a comportat ca orice cutie de viteze în trepte.

Pentru al 2-lea caz, salturile de turație s-au efectuat cu ajutorul HMR, care a preluat pe timpul tranzitoriu mișcarea principală, timp în care grupe de bază a fost oprită pentru schimbarea poziției baladorilor și reprogramată pentru funcționarea în regim staționar la noua turație.



Momentele trecerii de pe turația din regim tranzitoriu pe cea din regim staționar și invers, sînt realizate cu ajutorul celor 2 cuplaje de depășire conf. 4.1. Variația turației pentru salturi crescătoare și descrescătoare este data în fig. 6.9., determinate prin citirea turației AP de la tahogenerator cu ajutorul unui osciloscop cu memorie TEKTRONIX-T434.

Se observă șocurile care apar în timpul salturilor ca urmare a accelerațiilor provocate de "scăpări" ale cuplajului de depășire în momentul tranzitoriu. Aceste "scăpări" au apărut și în timpul funcționării normale în regim staționar, datorită elementelor de frinare, care provoacă unghiul de întârziere la antrenor prin forțe de frecare. Coeficientul de frecare este variabil, în funcție de calitatea suprafeței



de frinare (care se lustruiește în timp) și care duce la înăutățirea fenomenului de frecare în timp. Pentru eliminarea acestor scăpări este necesară acționarea periodică asupra valorii <sup>forței</sup> normale la suprafața de frinare cea care provoacă forța de frecare - prin reglaje ale forței de apăsare la elementele de reglaj exterioare dispuse pe capacul interior al păpușii.

Șocuri ale turațiilor pe timpul saltului se obțin și atunci când motorul electric trece de pe o treaptă pe cealaltă, cu modificarea vitezei motorului hidraulic prin distribuitorul <sup>destinat</sup> special compensării acestor variații bruște de viteză. În acest din urmă caz regimul tranzitoriu se petrece în felul următor: cuplare lanț paralel al mișcării principale și pornire HMR, oprire cutie de viteze, modificare viteză HMR (continuu) până la obținerea noii turații la AP (cu transmiterea mișcării pe lanțul cinematic paralel și apoi decodificarea turației finale prin interfață), modificarea poziției baladorilor pentru noua turație (ca rezultat al decodificării), salt turație la treapta motorului concomitent cu salt al turației HMR (comandat de electrodistribuitorul de salt), repornirea cutiei de viteze, decuplarea lanțului cinematic paralel și oprirea HMR.

Prima secvență de cuplare a lanțului cinematic paralel (prin CEM) și pornire HMR (la turația rămasă de la reglajul precedent, cu care s-a obținut turația curentă la AP), nu ar trebui să provoace șocuri la AP, decât dacă reglajul precedent a fost defectuos sau decodificarea prin interfață a fost imprecisă. Secvența a 2-a de decuplare a cutiei de viteze, poate crea un mic șoc dacă cuplajul bidirecțional nu lucrează propt.

Secvența a 3-a de reglaj prin HMR al saltului turației la noua valoare de turație se face prin comanda de la interfață.

Secvența a 4-a de comutare a baladorilor nu influențează pe timpul cit acesta este oprit.

Secvența a 5-a de salt al turației motorului, concomitent cu cea de la HMR (prin electrodistribuitor care introduce fie șuntarea

fie dublarea rezistenței de reglaj a vitezei HMR) poate produce șocuri la AP dacă nu sînt sincronizate cele 2 salturi.

Secvența a 6-a prin care se repornește cutia de viteze ar trebui să se prezinte similar cu secvența a 2-a. Șocurile sînt cauzate în acest caz de diferența de viteză între cele 2 lanțuri paralele în punctul de întâlnire, respectiv cuplajul de depășire prin interiorul cutiei de viteze.

### 6.3.3. Reglajul servoregulatorului de comandă a HMR

Sincronizările pentru toate aceste secvențe ale regimului tranzitoriu se realizează prin următoarele metode:

- reglajul turației HMR cu servoregulatorul automat de viteză, prin calcul la nivelul interfeței în blocul de discretizare a turației;

- reglajul rezistenței hidraulice fixe de șuntare a reguletoarelor de debit;

- reglajul cazelor tamburului de comandă a ciclului de regim tranzitoriu;

- reglajul valorilor rezistențelor din circuitele comparatoarelor la blocul de discretizare al interfeței.

De menționat faptul că vâscozitatea uleiului are o influență importantă asupra regimului tranzitoriu. Astfel variația vâscozității uleiului cu temperatura se reflectă în modul următor:

- Creșterea amplitudinii șocurilor pe timpul tranzitoriu pentru salturi de turații la marginile domeniului de reglaj, respectiv la valorile extreme ale rezistențelor din reguletoarele de debit (fig.4.14.). Aceste se datoresc faptului că reglajul vitezei HMR se face în buclă închisă de tahogenerator și interfață, lucru posibil la mijlocul domeniului de reglaj pentru variații mari ale vâscozității, dar cu limitări la capetele domeniului de reglaj datorită atingerii premature a limitelor domeniului de reglaj al droselilor, ca efect al variației vâscozității uleiului, față de reglajul inițial al regimului tranzitoriu.

- Creșterea amplitudinii șocurilor la secvența a 5-a de salt a turației motorului de pe o treaptă pe cealaltă, simultan cu șuntarea reguletoarelor de debit - respectiv dublarea rezistenței din servoregulatorul de viteză, prin care trecerea uleiului este influențată de variația vâscozității uleiului față de reglajul inițial al regimului tranzitoriu.

În general este greu de obținut un reglaj stabil al regimului tranzitoriu în funcție de temperatura uleiului, efectele manifestându-se asupra amplitudinii șocurilor de variație a turației pe timpul tranzitoriu.

Rezistențele fixe ale servoregulatorului de comandă a HMR sînt reglate pentru situațiile limită, respectiv pentru pozițiile complet deschise și complet închise ale reguletoarelor de debit.

Servoregulatorul de reglaj al HMR conține și 2 droselle de reglaj a vitezei cilindrului hidraulic de deplasare a cremalierii cu care se face rotirea reguletoarelor de debit. În acest fel se poate regla timpul maxim de reglaj al debitului HMR. Oprirea reglajului debitului se face prin întreruperea deplasării pistonului de reglaj ca urmare a comenzii primite de la interfață. Variația vâscozității uleiului are ca efect variația duratei deplasării cremalierii de

reglaj a reguletoarelor de debit, ceea ce poate duce la obținerea unei imprecizii a reglajului turației RRM și la desincronizarea fazelor din cadrul regimului tranzitoriu de salt.

Durata regimului tranzitoriu de salt este fixă și este dată de o rotație a tamburului de cicluri din partea electrică, la care pe timpul rotației sînt acționate pe rînd următoarele elemente (fig. 6.10.):

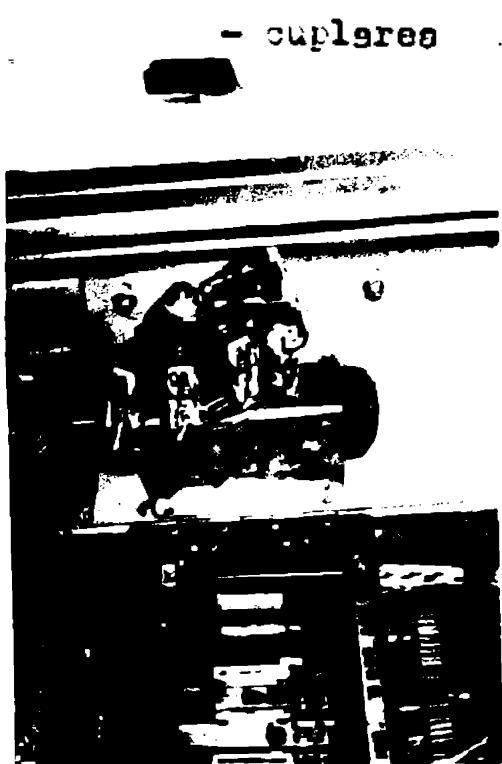


Fig. 6.10.

- cuplarea  $CM_1$  și  $CM_2$  pentru lanțul paralel cutiei de viteze;

- cuplare deplasare cromeliera de reglaj a debitului pentru creștere sau scădere a turației RRM (plus la stabilizarea turației prin interfață);

- decuplarea cutiei de viteze prin  $CM_1$  și acționare RRM;

- deplasare baladori la noua configurație de turație (dată de interfață) concomitent cu un impuls de rotire lentă asigurată de o condensare a  $CM_1$  și defecere RRM pe o durată scurtă;

-recuplare  $CM_1$  și defacere RRM;

- oprire RRM și defecere  $CM_2$

Duratele fiecărei secvențe din cadrul regimului tranzitoriu sînt date de lungimile cernelor de pe tamburul de cicluri. Durata unei rotații a tamburului de cicluri a fost reglată inițial la 3,5 sec, iar durata maximă a deplasării cromelierei de reglaj a servoregulatorului de debit a fost de 1,5 sec.

Tamburul de cicluri a fost realizat cu un mecanism avînd motor de ștergător de parbriz și reductor pe care s-au montat cernelle și microîntrerupătorii de cicluri amplasați în dulapul electric. Verificarea turației s-a făcut cu o rezistență de putere reglabila, montată în dulapul electric al mașinii.

#### 6.3.4. Verificarea și reglarea interfeței

Interfața a fost realizată în colaborare cu I. I. I. Ordea și se află amplasată în dulapul NC al mașinii. Culo 2 couple de tip A... ou 44 de pin sînt cablate la cursule de alimentare, intrările interfeței și ieșirile, care se transmit la o a 2-a placă de tip IBE - placă tipizată (suplimentară) a echipamentului ION KCI 321-3.

Această placă posedă fotocuplare, prin care se realizează separarea galvanică spre ieșirile ce se transmit rețelelor BI 13 de 24 Vcc, care la rîndul lor acționează în sensul electrică convențională a mașinii. Interfața a fost verificată inițial separat de cupli-

năiar apoi în "regimul de reglare" prestabilit de la selectorul de regimuri de pe pupitrul mașinii. Prin acest regim de reglare mașina poate să execute salturi ale turației din mers și sub sarcină cu comandă manuală de pe pupitrul mașinii, respectiv prin preselecție și validare de salt a unei noi turații, fără oprirea rotației arborelui principal.

Celelalte 2 regimuri posibile de lucru de la comutatorul de regim sînt: - "regim normal", prin care se pot executa comenzi ca la orice mașină în regim convențional sau NC, fără salt al turației din mers și sub sarcină.

- "regim AC" - prin care se poate comanda reglajul automat al turației în funcție de valorile primite de la  $EMK$ . Acest ultim regim s-a putut verifica doar ca simulare a regimului AC, prin transmiterea de la un potențiometrul acționat manual a valorii de referință de salt a turației (similar cu "regimul de reglare"), ceea ce din lipsă momentană a  $EMR$ , a cărui realizare constituie obiectul unei alte teze de doctorat.

Reglajele interfeței se referă la următoarele:

- reglajele pragurilor celor 12 trepte de discretizare a turației în serie geometrică;
- reglajele potențioanelor de acordare  $U_{ref}$  pentru gamele I și II de turații ale  $EMAT$ ;
- reglajele pragurilor  $1,06 \cdot U_{ref}$  și  $0,94 \cdot U_{ref}$ ;
- reglajele timpilor pauză - impuls la generatorul de impulsuri.

#### 6.3.5. Verificarea traductorilor pentru detectia avariilor de soule

S-a făcut pe mașina CPV-2 conform celor redată în figurile:

- fig.6.11. - traductorii executați în colaborare cu IPTV Timișoara; cu colab. cond. științific. și ș.l. Grosu Fl.
- fig.6.12. - placa electrostatică de amplificare, filtrare netezire a semnalului de la traductorii, executată în colaborare cu IPTV Timișoara;

- fig.6.13. - standul de înregistrare a valorilor date de traductorii pe osciloscop cu memorie.

În fig.6.13. este vizibil și automatul programabil, cu rol de comandă atât a funcțiilor mașinii cât și pentru detectia avariilor de soule.

Programul pentru automatul programabil este redat în anexa 2 în care este indicată și organigrama logică de calcul efectivă.

În cadrul probelor funcționale s-au executat găuriri în



materiale stratificate din plăci de Al-Fe, respectiv Fe-OL, cu semnalizarea luminoasă pe pupitrul mașinii a apariției avariei de sculă și oprirea avansului în caz de rupere completă (fig.6.14.a)

Verificarea s-a executat cu burghie  $\varnothing 10$ ,  $\varnothing 23$ ,  $\varnothing 28$ ,  $\varnothing 35$ ,  $\varnothing 45$ ,  $\varnothing 50$ . Timpii de menținere au fost: 2 sec.pt.microrupturi și uzura avansată și resp.1 sec.pt.rupere completă a sculelor.Inregistrarea variației  $F_{ax}$  pentru cazurile susmenționate s-a făcut cu osciloscop cu memorie tip TEKTRONIX (fig.14.b.) De remarcat că sistemul lucrează ca o protecție contra ruperii sculelor intrucit avansul se oprește preventiv în mod automat la orice creștere a  $F_{ax}$  peste 200% din valoarea inițială, chiar dacă scula nu s-a rupt în realitate.

#### 6.3.6. Verificarea funcționării în regim AC.

Aceasta s-a făcut cu scopul încercării algoritmului de reglaj al turației și respectiv al avansului la găurirea de materiale stratificate cu durități diferite Fe200 - OL60 cu  $\varnothing 32$  (fig.6.14.b.)

La trecerea burghiului dintr-un material în celălalt, în urma creșterii durității, are loc o creștere echivalentă a  $M_t$  și respectiv a  $F_{ax}$ , lucru care conferă algoritmului de reglaj al turației provoacă reducerea turației, iar conform celui de reglaj al avansului duce la reducerea avansului  $S_p$  pentru menținerea constantă a  $M_t$  sau  $F_{ax}$ .

Încercările s-au efectuat pe mașina CPV-2. În fig.6.15 sînt redate curbele de variație a parametrilor măsurăți:  $n$ ,  $s$ ,  $F_{ax}$  cu înregistrare pe osciloscop cu memorie tip TEKTRONIX-T434 pe standul experimental din fig.6.13. și înregistrator cu 4 penite MTA KUTESZ (RPU) tip 175

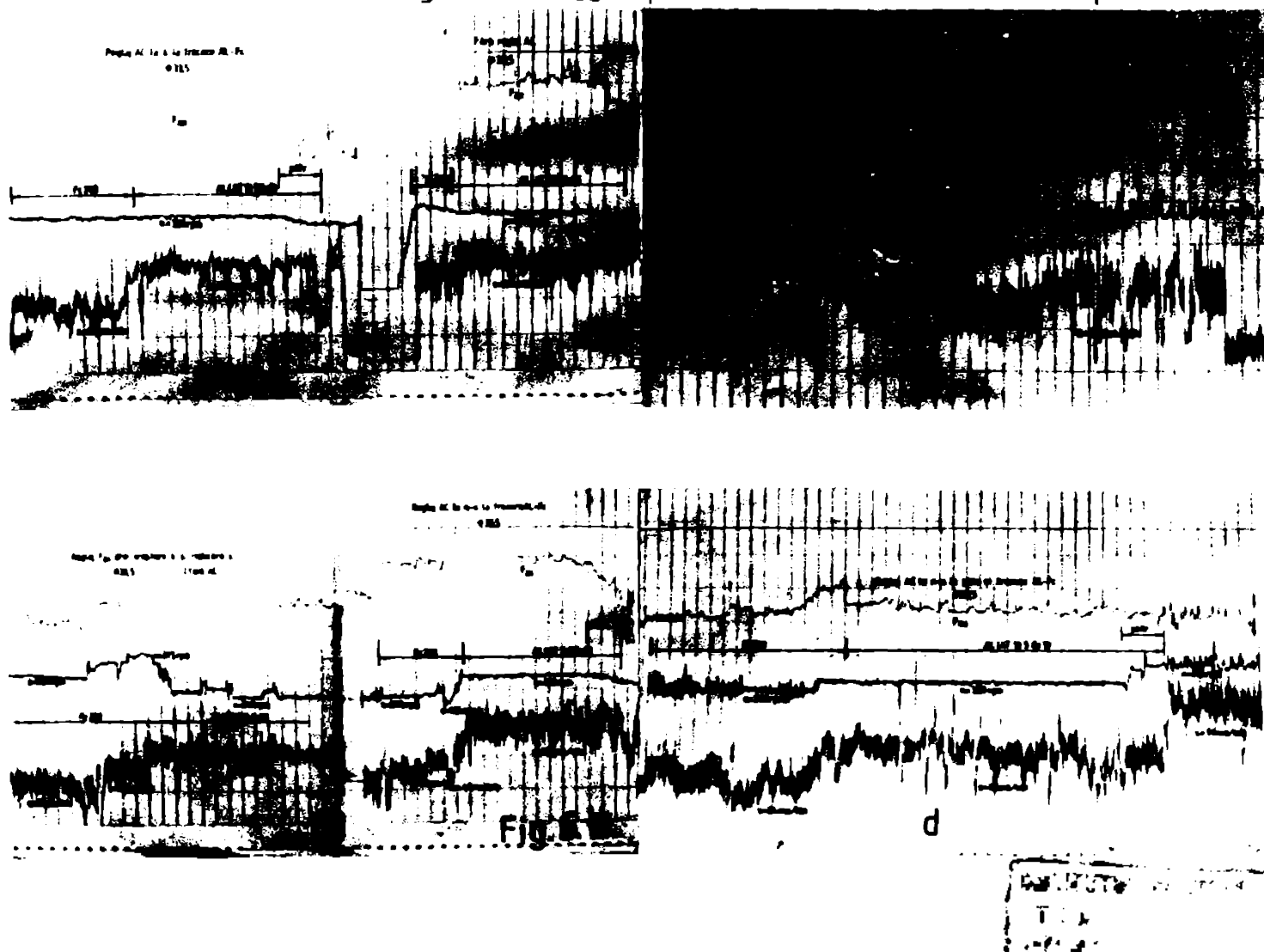




Tabela 6.1

Mat.	φ mm	n f/m	S mm/min	Sr mm/rot	V m/min	Faxef.				Faxc daN	F <sub>fc</sub> %	Mat.	φ mm	n f/m	S mm/min	Sr mm/rot	V m/min	Faxef.				Faxc daN	F <sub>fc</sub> %
						V	div	daN	daN									V	div	daN	daN		
AL	10	900	600	0,66	28,3	0,31	127	61,9	126	49	Fe200	28	150	100	0,66	13,2	1,4	569	278	939	29		
		500	300	0,6	15,7	0,22	92	44,9	117	38,3			300	300	1,0	26,4	4,3	1700	800	1485	58		
		700	200	0,28	22	0,17	70	34,2	65,8	52			250	200	0,8	22	2,29	940	459	1082	42		
		500	200	0,4	15,7	0,2	85	41,5	86	48			250	100	0,4	22	2,5	1029	500	630	79		
	28	300	30	0,1	26,4	0,22	90	44	81,3	54			250	80	0,32	22	2,4	900	483	529	91		
		300	36	0,12	26,4	0,24	98	48	79	60,7			250	60	0,24	22	1,9	780	381	423	90		
		300	24	0,08	26,4	0,21	87	42,5	68,3	62,3			250	40	0,16	22	1,53	628	307	308	100		
		300	18	0,06	26,4	0,19	80	39	54,5	71,6			250	20	0,08	22	1,0	404	197	179,6	110		
		300	100	0,33	26,4	0,42	172	84	208	40,3			200	40	0,2	17,6	1,24	508	248	367	67		
		250	300	1,2	22	1,76	720	352	586	60,1			200	200	1,0	17,6	3,0	1239	603	1288	47		
		250	200	0,8	22	1,05	430	210	412	51			200	150	0,75	17,6	2,04	835	408	1029	39		
		200	200	1,0	17,6	1,4	570	278	490	56,7			300	50	0,16	26,4	2,27	932	455	318	143		
	200	150	0,75	17,6	1,0	405	198	331,5	50,5	150			150	1,0	13,2	3	1236	604	1288	47			
	150	150	1,0	13,2	1,35	554	261	430	53,2	350			150	0,43	30,8	1,66	620	332	665	50			
	350	150	0,43	30,8	0,73	301	147	253	58,1	350			200	0,57	30,8	1,65	750	366	832	44			
	350	200	0,57	30,8	1,1	457	223	317	70,3	300			300	1,0	26,4	4,3	760	840	1288	67			
	300	300	1,0	26,4	1,9	760	371	490	75,7	400			100	0,25	35,2	1,1	453	221	487	50			
	45	200	50	0,25	17,6	0,85	348	170	267	63,7			45	200	50	0,25	17,6	1,92	788	385	702	54,8	
		300	75	0,25	26,4	0,45	183	89	268	33,2			300	75	0,25	26,4	1,63	774	378	702	53,8		
		150	75	0,5	13,2	1,19	487	238	453	52			150	75	0,5	13,2	2,98	1215	593	1205	49,2		
150		50	0,33	13,2	0,92	375	183	331	55,2	150	50	0,33	13,2	2,52	1036	506	878	57,6					
50	150	50	0,33	13,2	1,9	778	380	371	102	50	150	50	0,33	13,2	3,06	1263	617	975	63,3				
	150	25	0,16	13,2	1,71	702	343	209	164	200	75	0,37	17,6	4,4	1800	879	1059	83					
	150	60	0,4	13,2	2,74	1122	548	428	128	150	40	0,26	13,2	2,84	1165	569	804	70,8					
	200	75	0,37	17,6	1,9	778	380	403	94,3	OL	28	300	80	0,27	26,4	5,4	2210	1080	758	142,5			
Fe200	10	900	600	0,66	28,3	2,17	890	434	335	129	OL	28	150	36	0,24	13,2	2,3	942	460	700	65,7		
		500	300	0,6	15,7	2,21	320	449	308	145			250	80	0,32	22	4,0	1600	600	851	94		
		700	60	0,03	22	0,35	143	70	68	103			250	60	0,24	22	2,93	1220	530	700	85,1		
		700	120	0,17	22	0,6	246	120	116	103			200	40	0,2	17,6	1,6	655	320	618	51,8		
	700	180	0,25	22	0,85	348	170	159	106	200			50	0,25	17,6	1,8	730	360	720	50			
	700	240	0,3	22	1,1	573	280	200	140	200			60	0,3	17,6	1,93	810	399	815	48,5			
	150	30	0,2	13,2	1,1	389	190	367	52	150			25	0,17	13,2	2,2	301	140	554	79,4			
	150	36	0,2	13,2	1,3	413	202	423	43	150			30	0,2	13,2	2,3	300	150	758	68,6			

Tabela 6.2.

cat.	$C_M$					$C_T$					$I_M$	$I_M$	$I_T$	$I_T$
	teor.	exper.				teor.	exper.							
A1	7,35	6,25	5,1	3,8	3,9	17,5	16	15,2	15,5	18,5	1,9	0,8	1,0	0,78
Ba	12,2	11,5	10,2	10,8	8,8	31,5	27	23,5	21,1	22,5	1,9	0,8	1,0	0,78
Fo	20,7	23,2	22,5	21,5	18,5	52,5	46	42	36	38	1,9	0,8	1,0	0,78
Fa	23,3	27,2	25,8	24,6	22,1	60,5	56	53,5	45,2	48,8	1,9	0,8	1,0	0,78
OL	33,8	29,5	28	31	28,1	84,7	60	56,8	51	53,5	1,9	0,8	1,0	0,68

#### 6.4. Concluzii privind încercările experimentale

Din încercările experimentale pe mașinile GP 45 NC/AC, GOR 50 NC, GPV-2, mașini realizate (sau în curs de realizare) sub conducerea proiectelor acestor mașini de către autor, se pot trage următoarele concluzii:

- Problemele SCA-urilor și ale sistemelor de detecție a avariilor de burghie sînt legate de realizarea traductorilor aneloidici pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$ . Acești traductori se consideră omologați ca prototip odată cu mașina GPV-2, în procesul verbal de omologare al mașinii fiind precizată omologarea acestor traductori ca ansamble ale mașinii GPV-2. În stare, poate să se treacă la executarea în serie a acestora la IM Timișoara, așa cum s-a preconizat. Se menționează că execuția prototipului de traductori s-a făcut la IPTVT.

- Aplicarea acestor traductori s-a făcut la mașinile:

- GP 45 NC/AC - mașină specială la temă realizată pentru Institutul de Învățămînt Superior Oradea, echipată cu SCA pentru reglarea turației și avansului;

- GPV-2 - mașină de serie echipată cu detecția automată a avariilor de scule și omologată cu fază unică la întreprinderea "Infrățirea" Oradea.

- GOR 4x63NC - mașină la temă în curs de execuție la IM Ecou pentru Intrep. de Utilaj Chimic Floiești și echipată cu detecția automată a avariilor de scule.

- Reglarea traductorilor pentru  $F_{ax}$ , procedului, algoritmului, și automatului programabil 117, în vederea detecției avariilor sculelor de gaurire pe centre de prelucrare, deschide perspective aplicării acestora pe celulele flexibile de fabricație și liniile flexibile, la care este obligatorie detecția ruperii și uzurii sculelor. Astfel, în planul temei pe 1985 pentru întreprinderea "Infrățirea" Oradea, s-a început deja proiectarea (sub conducerea autorului) celulelor flexibile GM-1-5 și GP 50 NF, care utilizează soluțiile de la mașinile GPV-2 și GOR 50 NC, prezentate în paragrafele 2.4.2a și respectiv 4.2.



Fig. 6.11.

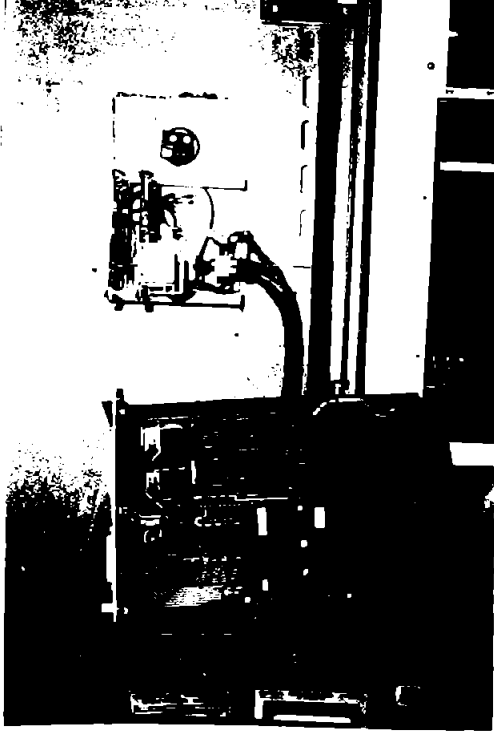


Fig. 6.12.

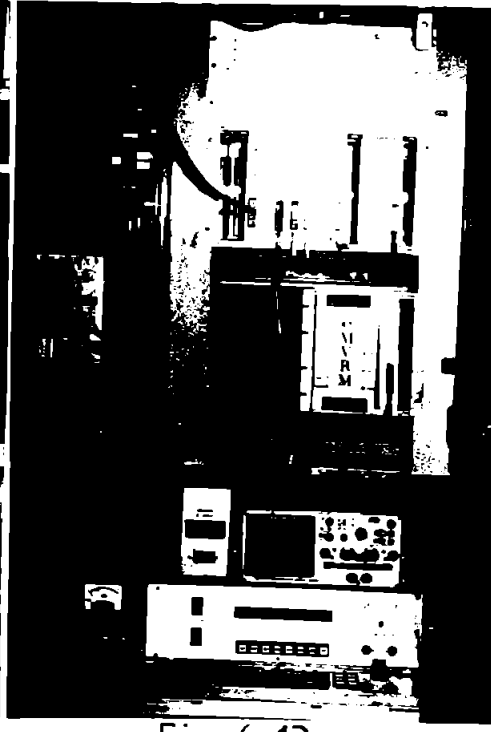


Fig. 6.13.

Din punct de vedere al acționărilor principale adecvate SCA-urilor, s-au impus cele continue utilizând:

- motor de c.c. cu reglaj supranominal la 1=0, din seria MCV;
- motor de c.c. cu reglaj subnominal din seria SMUC, cuplet

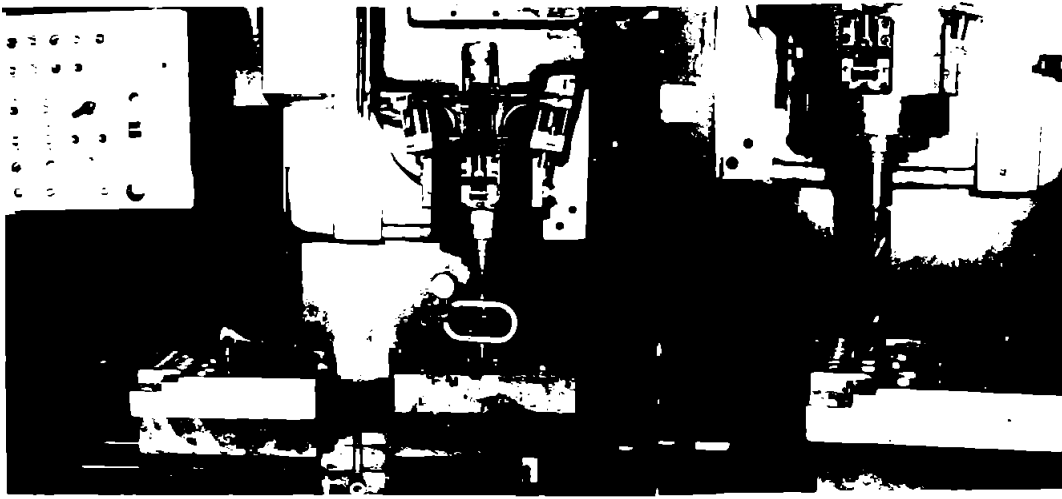


Fig. 6.14.a.

Fig. 6.14.b.

prin mecanism sumator cu motor de c.c. cu 2 turații.

Din punct de vedere al grupelor succesoare s-au comportat bine următoarele soluții:

- grupă succesoare cu 2 trepte cu roți dințate și angere pentru turații de ieșire la arborele principal de max. 4000 rot/min și puteri până la 20 Kw.

- grupă succesoare cu 2 trepte cu curele dințate (uscasă), pentru turații de ieșire la arborele principal peste 4000 rot/min și puteri sub 5 Kw. turația maximă atinsă a fost 7000 r/min.

Din punct de vedere al lăgăruirilor arborilor principali s-au încercat următoarele soluții de rulmenți:

- radial cu 2 rânduri de role și alezaj conic și 2 rulmenți axiali cu bile (GR 45 NC/AG) pentru turații până la 2500 rot/min.

- radiali axiali cu bile (seria 7000) montați împerecheați în set de 2 tandem (față)+1 în 0 (spate) JAV-2, 60R50.10 cu turații până la 7000 rot/min.

## 7. CONCLUZII GENERALE

Prin activitate de colaborare între proiectare, producție și colectivul de MU de la IP.VI, sub conducerea prof.dr.ing. Dodon Eugen, s-a putut ajunge la aplicații industriale, realizate de către autor și enumerate în prezenta lucrare.

Prin prezenta lucrare se desprind o serie de concluzii, care vin să justifice oportunitatea comerzilor adaptive la mașina de găurit, precum și elementele specifice introducerii acestora pentru reglajul de turație al sculei. Aceste concluzii, împreună cu observațiile critice pot fi enunțate după cum urmează:

1. Procesul de aşchiere prin găurire are un caracter multivariabil, asupra sa acționând mărimi de intrare, perturbații lente și rezultând mărimi de ieșire. Prin analiza funcțiilor tehnologice: moment de torsiune, forță axială de aşchiere și viteză de aşchiere, rezultă că acestea sînt dependente de o serie de mărimi de intrare cunoscute, respectiv: diametrul, materialul piesei, turația, avansul, precum și o serie de perturbații cu variații necunoscute dinainte: modul de aşchiere al sculei, uzura sculei, neomogenitatea materialului piesei, frecările dintre aşchii și sculă, lichidul de răcire, etc. Fosta acestea modifică condițiile de aşchiere într-o proporție importantă, astfel că momentul de torsiune poate suferi variații în ecartul de 183 %, iar forța axială de aşchiere în ecartul de 180 %.

La variațiile menționate ale condițiilor de aşchiere ar trebui să corespundă variații ale regimurilor de lucru: avans și turație a sculei, astfel ca să se obțină efectul economic maxim, respectiv costurile minime de prelucrare.

2. S-a căutat obținerea unui model matematic al procesului cât mai apropiat de realitate, prin analize diferitelor modele oferite de literatură, alegîndu-se ca modele (provizorii pînă la confirmarea experimentală) cele care dau erorile minime față de valorile efective confirmate de literatură. În cadrul acestui model matematic sînt definiți coeficienții și exponenții din relațiile de calcul ale  $M_t$ ,  $F_{ax}$  și  $V$ , în funcție de: diametrul  $d$ , materialul piesei, avansul pe rotație  $s$ , durabilitatea sculei.

Acest model matematic stă la baza algoritmului SCA, iar în baza verificărilor experimentale este supus unor corecții, care se reflectă în final și asupra datelor legate de algoritmul SCA.

3. Din analiza stadiului actual mondial al SCA la mașinile de găurit se constată următoarele:

- unii autori au încercat o împărțire în ACC (Adaptiv Control Constraint) sau sisteme limitative care lucrează exclusiv pe



bază de restricții și ACO (Adaptiv Control Optimization) un sistem de calcul al unui criteriu de optim, această împărțire dovedindu-se improprie deoarece aceste noțiuni nu pot fi separate - fiind vorba de o problemă de optimizare cu restricții - iar acel "punct de optim" căutat se află de regulă înafara restricțiilor sistemului, iar problema constă în realitate de a găsi un algoritm simplu și eficient de conducere în condițiile reale cu restricții impuse de sistemul tehnologic elastic (STE).

- după o stagnare în anii 1975-1979, cauzată de limitele sistemelor hard-analogice, prin apariția în anii 1980 a unor echipamente cu microprocesoare, programabile și mult mai flexibile; SCA-urile cunosc un puternic avânt, fiind în anii 1982-1984 omniprezente la expozițiile mondiale, începând de la mașini singulare pentru diametre mici până la centre de prelucrare. În contextul noilor echipamente CNC și a unor echipamente specializate, programabile (cu operare cu măriri analogice), problema CA se rezumă la a identifica procesul cu traductori adecvați și a implementa programe de calcul în software, ținând cont și de faptul că acționările pe unele mașini mai complexe (de ex. centre de prelucrare), sînt reglabile continuu pe cale electrică;

- o tendință cu caracter de generalizare la majoritatea construcțiilor de mașini speciale și centre de prelucrare este controlul stării sculei, respectiv sisteme semiadaptive de constatare sau de detecție automată a avarilor de sculă - microrupturi, ruperi complete și uzură avansată apărute în timpul procesului de aşchiere și luarea măsurilor de avertizare sau de înlocuire automată cu dublura sculei aflată în magazin. Aceste sisteme sînt numite semiadaptive întrucît folosesc soluții de la SCA-uri, dar fără a regla parametrii de lucru preventiv pentru evitarea avarilor sus menționate așa cum face de fapt SCA-urile.

- din punct de vedere al acționărilor principale s-au impus cele cu motor de c.c. cu reglaj supranominal avînd convertizoare cu tiristori cu reglaj al tensiunii indusului și excitației pentru puteri peste 7,5 kW și respectiv motor de c.c. cu variația frecvenței avînd convertizoare statice tranzistorizate pentru puteri pînă la 7,5 kW. Potodată trebuie menționată creșterea limităi superioare a domeniului turației (în special la centrele de prelucrare), pînă la valori de 8000-10000 rot/min, datorită creșterii vitezei de aşchiere cu plăcuțele ceramice de tip nou, lucru care atrage după sine construcții speciale pentru completul arborelui principal. Trebuie însă menționat costul ridicat al acestor acționări, care nu întotdeauna justifică soluția adoptată la unele mașini de găurit de



us general.

- Din punct de vedere al algoritmilor de lucru sînt utilizate SCA-uri bazate pe reglarea avansului și/sau vitezei în scopul menținerii constante a momentului de așchiere, puterii, sau calculul avansului funcției de putere, sau momentului de așchiere.

4. Față de aceste tendințe, analizate făcute în această lucrare se referă la:

- SCA-uri pentru reglajul turației AP avînd la bază algoritmi de calcul analogici și  $n_{ref}$  pentru burghie elicoidale din oțel rapid;

- SCA-uri pentru reglajul turației avînd la bază același algoritmi dar cu calcul numeric;

- SCA-uri avînd la bază unități programabile în scopul programării automate a regimurilor de lucru (turație și avans) și corecția automată a acestora în timpul procesului;

- sisteme semiadaptive de detecție automată a avariilor burghiilor în timpul procesului de așchiere: avarii, ruperi complete și uzură avansată.

5. Din analiza condițiilor și soluțiilor posibile pentru acționarea principală (ACP) se remarcă următoarele variante cu reglaj continuu al turației:

a.) - EMAT (special) cu convertizor static de frecvență transistorizat - soluție încă nesimilată în țară decât pentru puteri mici de 0,55 kW, datorită transistoarelor de putere din import;

b.) - EMCC din serie MCO cu reglaj la putere constantă, soluție avînd costuri și gabarite mari, dar aplicate industrial;

c.) - EMCC din serie EMCC și mecanism sumator în grupe de bază - în curs de execuție, prototip 1985.

La acestea se asociază grupe succesoare cu 2 trepte, realizată fie cu roți dințate, fie prin reparate cu curele diațate. Tot cu reglaj continuu este soluția avînd:

d.) - EMAT și EMCC cu mecanism sumator dublu în grupe de bază, iar în loc de grupă succesoare folosind cutia de viteze convențională cu baladori comandați hidraulic, soluție care asigură variații pe intervale limitate în jurul valorii turației programate la cutia de viteze, dar această construcție fiind costisitoare.

Dintre variantele cu reglaj în trepte se remarcă:

e.) - cutie de viteze cu EMAT și regim tranzitoriu comandat prin HMR (prototip executat pe mașina GP 45 SC/AC);

f.) - cutie de viteze cu EMAT și regim tranzitoriu comandat prin EMCC.

6. Dintre variantele menționate mai sus au fost proiectate

și respectiv încercate acționări principale (ACP) apte pentru SGA la următoarele mașini:

- a.) - mașina G 3 (pentru diametre mici) pentru DMU Suceava (fără CA dar cu posibilități viitoare de aplicare), în prezent realizată și omologată ca serie zero;
- b.) - mașinile CPV-2, QPH-2, soluție pentru ACP încercată, în prezent în curs de execuție, prototip; din care CPV 2 omologată.
- c.) - mașina GCR 50 NC - (variantă exp.) - în prezent în curs de execuție, prototip;
- d.) - GP 45 NC - cu NUMEROM 321-3- variantă de proiect ne-executată;
- e.) - GP 45 NC/AG - variantă executată ca prototip (cu posibilități de execuție modulară viitoare și pentru varianta f).

Se menționează că proiectele și încercările au fost legate de prezenta lucrare, utilizând soluții extrase din aceasta.

7. Din punct de vedere al modului de reglare al turației din mers și sub sarcină, pentru prelucrarea oțelului se poate utiliza reglajul în trepte cu rație 1,25, iar pentru aliaje ușoare rația scade ajungând la valori minime de 1,04 pentru bronz, ceea ce înseamnă reglaj continuu. Pentru mașinile universale, cu prelucrări de materiale diferite, se recomandă reglajul continuu al turației.

8. Din punct de vedere al duratelor tranzitorii de salt al turației, acestea sînt de ordinul 0,8 - 1,5 sec. pentru atenuarea șocurilor la virful sculei în timpul aşchierii, realizabile și la reglajul în trepte al turației, iar timpul de răspuns al reglajului avansului ca urmare a saltului turației este de ordinul 200-500 ms.

9. Alina curbei de variație a turației, pe timpul tranzitoriu de salt la noua viteză din mers și sub sarcină, trebuie să fie ajustabilă avînd potențieri de atenuare a șocurilor și realizînd variații bine încadrate de capetele regiunii tranzitorii.

10. Mărima optimă a domeniului de reglaj din mers și sub sarcină a turației este de cca. 15, cu posibilitate de salt crescător sau descrescător între orice valori din cadrul domeniului și fără trepte intermediare pe timpul tranzitoriu de salt.

11. Traductorii folosiți au fost de tipul magnetoelastici, executați de IPTVT, montați în blocuri de formă inelară în lagărul axial al arborelui principal pentru preluarea  $F_{ax}$  și respectiv în formă de pastile într-un montaj special în punctul de legătură al AP la cutia de viteze, cu preluarea unei reacțiuni tangențiale proporțională cu  $M_t$ . Traductorii în sine sînt în formă de pastile cu dimensiuni  $\varnothing 18 \times 10$  (GP 45 NC/AG) și  $\varnothing 24 \times 10$  (CPV 2, QPH 2), legate în punte cu 4 brațe (numărul de pastile fiind multiplu de 4), iar puntea fiind

alimentată cu tensiune alternativă de 5 kHa, rezultând la ieșirea punții semnal cu modulație în amplitudine proporțional cu forța de epăsare a pestilelor. Pestila conține un miez de țol și o bobină, într-un montaj compact. Blocul traductor este însoțit de un bloc de amplificare, filtraj și netezire a semnalului, cu reglare a factorului de scală pentru a obține un semnal de ieșire în intervalul 0-10 V. Puntea se echilibrează prin pretensionare, iar forțele de lucru producând încălzirea a 2 ramuri și respectiv descălzirea celorlalte 2 ramuri, valoarea pretensionării situându-se la cea. 1,1  $F_{max}$ . Pentru forțe peste 15000 N s-a folosit pretensionarea asimetrică a punții (CPV-2; CPH-2).

Acești traductori au avantajul față de alte tipuri (tambre tensometrice, piezoelectrice, et.) prin faptul că au rigiditatea ridicată, sensibilitatea bună pe un interval larg de variație a forței și nu necesită îngrijiri.

12. Prelucrarea semnalului de la traductori se poate face atât în unități de calcul analogic (GP 45 NC/AC) cât și unități programabile de calcul de tip automat programabil AP 117, acesta din urmă având intrări analogice pe convertori A-N și soft pe memorii EPROM (CPV-2; CPH-2; CMP 4 x 63 NJ).

O flexibilitate sporită prin posibilitățile de ajustare și modelare a algoritmului, comoditate de implementare și intervenție, cât și precizie de calcul mai ridicată o prezintă unitățile programabile față de cele analogice. În special la mașinile la care aceste unități programabile există din alte motive, este mai economic să se folosească și pentru scopuri de CA și supraveghere a sculei, decât să se monteze o unitate de calcul suplimentară.

Acestea având volumul de memorie și calcul limitat, vor avea limite privind gama de diametre și materiale pentru reglaj SCA.

13. O problemă fundamentală o constituie algoritmul de calcul și de lucru al SCA. Acestea trebuie să fie cât mai simplu pentru a nu complica în mod inutil blocul de calcul. De aceea trebuie eliminate influențele nesemnificative ale parametrilor variabili din proces, iar modelul matematic să aproximeze procesul cu precizie suficientă.

Pentru reglarea turației la găurire acest algoritmul are o formulă simplă cu 3 parametri variabili:  $s, n, M_p$ , iar la mașinile cu NC se va utiliza  $S_p, M_p$  ( $S_p$  - avens pe rotație calculat de NC). Operațiile de calcul sînt cele 4 operații aritmetice și funcția exponențială.

În cazul automatului programabil, funcția exponențială este soluționabilă prin modificarea algoritmului, în sensul că valorile

funcției exp. sînt stocate în memoria numerică tabelară, de unde sînt extrase și corectate de coeficienți variabili dependenți de momentul de aşchiere efectiv.

14. A doua variantă a algoritmului de calcul numeric al turației, prin utilizarea memoriei numerice tabelare a AP 117, este utilizabilă pentru 2 scopuri:

- programarea automată a reglajului de aşchiere, echivalentă cu o bancă de date stocată în memoria EPROM, din care se extrage direct  $n$  și  $s$  în funcție de material, diametru și gradul de încălzire prestabilit, iar codurile pentru material și diametru fiind introduse direct din programul NC al piesei.

- corecția automată a reglajului de lucru ( $n$  și  $s$ ) în funcție de  $M_t$  efectiv - cu care se calculează raportul  $M_t$  ef /  $M_t$  ref, iar apoi se determină din banca de date valorile coeficienților de corecție pentru  $n$  și  $s$  - cu precizarea că  $M_t$  ref se află de asemenea conținut sub formă tabelară în banca de date.

15. La baza algoritmului SCA în ambele variante a stat criteriul costurilor minime de prelucrare cu respectarea restricțiilor impuse de STE, criteriu care este cel mai just și care a păstrat numai influențele semnificative introduse de variabile  $M_t$ .

În baza acestui criteriu s-a constatat că punctul de optim se află de regulă înafara domeniului delimitat de restricții (pentru avans), fapt care a permis elaborarea strategiei de apropiere de optim prin pași succesivi. În acest fel punctul de optim se află pe una din restricțiile sistemului:  $P_{max}$ ,  $M_t$  max,  $M_t$  min sau  $P_{so}$  max. Restricția  $P_{max}$  este verificată prin calcul înaintea deciziei de salt a turației, în funcție de  $n_{opt}$  și  $M_t$  ef, în timp ce celelalte restricții sînt verificate prin comparare directă. Strategie de apropiere de optim prin pași succesivi este analizată pentru cazurile cînd reglarea turației se face cu sau fără reglarea avansului de către SCA. În cazul cînd mașina nu are reglaj la avans prin SCA, se determină  $n_0$  și se verifică restricția  $P_{max}$ .

16. Ca sisteme derivate din SCA-uri sînt sistemele de control al stării sculei: microrupturi, ruperi complete și uzură avansată, la burghie elicoidale, pentru care s-au folosit 2 algoritme elaborate pe calculator pentru AP 117:

- detecția automată a microrupturilor și ruperilor complete de burghie la mașinile GMP 4 x 63 NC / GMP 8 x 63 NC, la care avansul axial al sculei este hidraulic și deci cu precizie redusă de repetabilitate a valorii avansului;

- detecția automată a microrupturilor, ruperilor complete și uzurii avansate a burghiilor la mașinile CPV-2 și CPH-2, la care



avansurile sînt comandate prin EMOC, cu control în buclă închisă te-  
himetrică și la care precizia de repetabilitate a valorilor programe-  
mate pentru  $n$  și  $s$  este de cca.  $\pm 1,5\%$ .

Cele 2 algoritme se bazează pe compararea valorii efective  $F_{ax}$  cu 2 praguri (cu valori ajustabile) și calculate la fiecare trecere în parte în funcție de  $F_{ax}$  memorată după pătrunderea completă a virfului conic al burghialui (aceste 2 praguri fiind utilizate pentru detecția microrupturilor complete), precum și al 3-lea prag calculat similar la prima trecere cu sculă nouă și neuzată pentru detecția uzurii avansate a sculei.

17. Configurația cea mai modernă și mai avantajoasă pentru SCA la mașina de găurit (în viziunea viitoare, după asimilarea în țară a componentelor) este următoarea:

- ACP - avînd EMAT (special) și convertizor static tranzistorizat de frecvență (în prezent în curs de cercetare - asimilare la IPA pentru puteri pînă la 5 Kw);

- AP - cu turații ridicate la 8000 - 10000 rpm (în prezent  $n_{max} = 4000$  rpm la mașina GOR 50 NC);

- traductori magnetocelastici pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$  (în prezent microproducție la IPVT);

- unitate programabilă de calcul numeric, cu cîte 4 mări analogice la intrare și ieșire, aptă pentru cele 4 operații aritmetice, log., antilog., exponențiale, funcții trigonometrice, memorie numerică tabelară de 8 K octeți, de construcție multimicroprocesor (în prezent se produce la firma Mélécanique - Franța).

În această configurație se poate implementa programe pentru CA la centre de prelucrare pentru operațiile de găurire și frezare pe toată gama de diametre și materiale de prelucrat inclusiv controlul rupei sculelor, iar întreg sistemul de CA poate fi oferit opțional.

18. Contribuții personale directe ale autorului:

- Stabilirea modelului matematic al procesului teoretic și experimental;

- Stabilirea necesității reglajului în trepte sau continuu la ACP pentru găurire;

- Determinarea reglajului tranzitoriu de salt a turației, și timpilor de răspuns;

- Determinarea domeniului de reglaj din mers și sub sarcină;

- Determinarea relației matematice a algoritmului SCA pentru calculul turației la găurire;

- Determinarea restricțiilor STE;

- Determinarea strategiei de optimizare prin pași succesivi;

- Elaborarea algoritmului pentru SCA de determinare analitică



numerică a  $n_{ref}$  și de determinare tabelară a  $n_{ref}$  (soluție brevetabilă);

- Elaborarea programului pe calculator și a băncii de date la AP 117 pentru programarea automată a regimurilor de lucru și pentru corecția automată a acestora;

- Elaborarea procedurii și algoritmului de detecție automată a avariilor de scule: microrupturi, ruperi complete și uzură avansată la burghie elicoidale (soluție brevetabilă);

- Elaborarea programului pe calculator de detecție automată la AP 117 a microrupturilor și ruperilor complete de burghie, pentru implementare la mașinile GMP 4 x 63 NC și GMP 8 x 63 NC;

- Elaborarea programului pe calculator de detecție automată la AP 117 a microrupturilor, ruperilor complete și uzurii avansate a burghiilor pentru implementare la mașinile CPV-2 și CPH-2;

- Proiectarea variantei de ACP la mașina GP 45 NC cu Numeron 321-3 avind EMAT și HMR cu mecanism sumator dublu în grupa de bază, iar în loc de grupă succesoră folosind cutia de viteze convențională (variantă neexecutată);

- Proiectarea, realizarea și încercarea mașinii GP 45NC/AC cu Numeron 321-3;

- partea mec: ACP cu fluxuri paralele, AP cu traductori, mec.-sumator, cuplaje de depășire speciale;

- partea hidr: servoregulator, bloc cu separate, panou hidrolic;

- partea electrică: dulap pentru rele;

- partea electronică: interfață AC, modificări la echipamentul NC pentru introd.AC;

- Proiectarea, realizarea, încercarea și omologarea mașinii CPV-2 avind:

- ACP cu motoare MOU, AP cu traductori, echipare cu opțiuni și accesorii speciale, detecție automată a avariilor de scule;

- Proiectarea (în curs de asimilare) a mașinii CPH-2 avind

- ACP cu motoare MOU, AP cu traductori, echipare cu opțiuni și accesorii speciale, detecție automată, a avariilor de scule;

- Proiectarea mașinilor GMP 4 x 63 NC, GMP 8 x 63 NC (în curs de realizare prototip, GMP 4 x 63 NC la IMU Bacău) avind detecție automată a avariilor de scule (partea mec. și partea hidr. în familie modulară);

- Proiectarea mașinii GCR 50 NC ( în curs de realizare prototip prin modernizarea mașinii GPR 45 NC), avind:

- ACP cu EMAT și EMCC cu mecanism sumator în grupa de bază - soluție propusă ca inovație;

- magazia de scule tip tambur conic (soluție brevetabilă);

- mașină fără inst. hidraulică, agere, roți dințate și automat programabil;

- Proiectarea mașinii G3 ( în prezent omologată ca serie zero), având:

- ACP cu EMAP și convertizor de frecvență de 0,55 Kw (dar momentan fără SCA);

19. Direcții viitoare și aplicații prevăzute a se dezvolta din cele inițiate de autor prin prezenta lucrare (lucrări existente în plan):

- finalizarea și omologarea prototipurilor aflate în curs de execuție, la care se vor optimiza programele de detecție automată a avariilor de scule (CPV-2, CPH-2, GMP 4 x G3 NC);

- finalizarea, încercarea și omologarea soluțiilor noi de la prototipul GCR 50 NC;

- implementarea experimentală a algoritmului și bazei de date de programare aut. și corecție a regimurilor de lucru pe AF 117 la mașina CPV-2;

- proiectarea și execuția mașinii CPG 50 (centru de prelucrare derivat din GCR 50 NC), având opțional programe pentru detecție automată a avariilor de scule și/sau programarea și corecția automată a regimurilor de lucru la găurire, pe automat programabil;

- proiectarea, realizarea și încercarea mașinilor automate de găurit cu diametre mici ( $\varnothing$  max 3), la care este obligatorie prezența SCA „cu detecție automată a avariilor burghiilor.

- obiectivul cel mai important, în prezent în curs de proiectare sub conducerea autorului (cu termen VI 1985) în colaborare cu IPA și cu termen de execuție 1986, este celula flexibilă CPH-1-5- CP la care se vor implementa traductori pentru  $F_{ax}$  și  $M_t$ , echipament CNC 600-3 și calculator de proces ECAROM, programe pentru detecția avariilor de scule (cu luarea automată a 20 dubluri de scule din magazin), programe pentru control adaptiv al avansului și turației pentru găuriri și fresări, programe pentru programarea automată a regimurilor de lucru, toate acestea fiind aplicații ale prezentei teze de doctorat.

**BIBLIOGRAFIE****Cap.1**

- 1.1. Nicolae Ceaușescu - Raport la cel de-al XIII-lea Congres al PCR Ed.Politică 1984
- 1.2. Dodon,E. și a. - Stadiul asupra dezvoltării actuale pe plan mondial a mașinilor unelte cu comandă adaptivă,contract de cercetare cu ICPMUA 1971.
- 1.3. Beștiures,Gh;Dodon,E. și a. - Comanda numerică a mașinilor unelte Ed.Tehn.Buc.1976.
- 1.4. Dodon,E. - Curs de mașini unelte 1984-1985 IPTVT
- 1.5. Urdes,G. - Comanda adaptivă la mașini de rectificat exterior între virfuri.Teza de doctorat IPTVT 1976.Cond.șt.E.Dodon.
- 1.6. Boșgiu,G;Ilieșcu,C.— Reglarea automată a vitezei de aşchieră și de avans la mașina de frezat.Constr.de mașini 23 nr.6 - 1971.
- 1.7. Morar,L. - Contribuții privind folosirea sistemelor automate de comandă adaptivă la mașinile de rectificat.Teza de doctorat IPCN - 1980.
- 1.8. Albu,A ș.a. - Programarea asistată de calculator a mașinilor unelte,Ed.Tehn.Buc.1980.
- 1.9. Sauer,L.Univ.Bragov - Optimierung der Schnittwerte bei der Zerspaltung,Maschinenmarkt,Würzburg Nr. 70 - 1969.
- 1.10 Genea,M. - Stadiul actual al comenzii adaptive la mașini de găurit.Referat doctorat IPTVT 1976.

**Cap.2**

- 2.1. Călin,S;Belea,C. - Sisteme automate adaptive și optimale Buc.,Ed.Tehn.1971.
- 2.2. Călin,S;Belea,C. - Sisteme automate complexe,Buc.Ed.Tehn.1973.
- 2.3. Lasdon,L.S. - Teoria optimizării sistemelor mari, trad.din l.engleză SUA 1970 Buc.Ed.Tehn.1975.
- 2.4. Eykhnoff,P. - Identificarea sistemelor,Univ.de tehnol. Eindhoven Olanda,Ed.Wiley 1974,trad.din l. engleză,Buc,Ed.Tehn.1977
- 2.5. Călin,S; ș.a. - Optimizări în automatizări industriale Buc.Ed.Tehn.1979.

- 2.6. Ganea, M. - Despre algoritmul comensii adaptive la magina de găurit. Referat doctorat IPTVT -1978.
- 2.7. Ernest, P. - Indirekte Verschleissmessung beim Bohren mit Wendelbohrern, (Darmstadt), Industrie - Anzeiger 98 Nr.28 v.7.4.76.
- 2.8. Bruno, A. g. a. - Valutazione comparative di acciaio rapidi ottenuti coi processi convenzionali e di rifusione sotto scoria elettroconduttrice (ESR). Fiat, Macchine Nr.3-1975.
- 2.9. XXX - L'affûtage "3pantes" des forêts. Procédés vya. Machines Outils Nr.305, II 1974.
- 2.10. Proskowitz, A. - Verschleiss - standzeit, Vorschubkraft und Drehmoment beim Bohren mit Mehrfasen Stufenbohrern, (Univ. Berlin), Industrie Anzeiger 94 -Nr.5 v 18.1.1972.
- 2.11. Garina, T. J.; Seikov, S. - Valori di taglio per la foratura di piccoli diametri, Macchine Nr.1. 1973.
- 2.12. Caglar, Gh. - Construcția de magini Nr.6-7, pag. 375, 1966.
- 2.13. Schlesinger, W. - Werkzeugmaschinen vol.1 - Karl Hans Verlag München.
- 2.14. Gheghes, I. g. a. - Exploatarea și întreținerea mașinilor unelte cu comandă după program, Ed. Tehn. București 81.
- 2.15. Lăzărescu, I. - Teoria așchierii metalelor și proiectarea sculelor, Ed. did. și pedag. Buc. 1964.
- 2.16. Balint, Lajos - A forgácsrolómegakálás tervezése, Budapest 1958.
- 2.17. Dapiran, A.; Chiringhella, G. - Foratura - Osservazioni su prove sperimentali - Macchine Nr.7/8- 1974.
- 2.18. Melenei, M.; Gheghes, I. - Probleme de mașini unelte așchietoare Ed. Tehn. București 1978.
- 2.19. Engelhard, W. - Das Arbeitsverhalten von Wendelbohrern Verschiedener Anschliffe (Univ. Stuttgart Industrie Anzeiger 98, Nr.24 v.24.3.1976.
- 2.20. Kluft, W.; Fröhlich, R. - Automatische - Werkzeugbruchererkennung bei der Drehbearbeitung, Industrie - Anzeiger Nr.28 - 1978.
- 2.21. Schmoekel, D. g. a. - Erhöhung der Betriebssicherheit beim Bohren, Werkstatt und Betrieb 113, Nr.1-80.
- 2.22. Heisel, U. - Automatische Werkzeugverschleiss - und

- bruchüberwachung beim Bohren und Fräsen, (Berlin) W und Betrieb 114, Nr. 8 - 1981.
- 2.23. X X X - Richtwerte für Schnittgeschwindigkeit und Vorschübe bei Bohrbearbeitung, Alsmetall Werkzeugmaschinenfabrik und Giesserei GmbH, Manual de utilizare.
- 2.24 Opitz, H. - Informationszentrum für Schnittwerte - Werkstattstechnik - WT 60 - Nr - 1970
- 2.25 X X X - Betrachtungen zur Richtlinie VDI 3207 - Schnittwerte für das Arbeiten mit Wendelbohrern - WT - Z ind. Fertigung 60 - Nr 11 - 1970;
- 2.26 König, W. g.a. - Informationssystem für Schnittwerte - (Werkzeugmaschinen Kolloquium 1971 - T.H. Aachen) - Industrie Anzeiger Verlag Girardet - Essen 20.01.1971.
- 2.27. Pfau, D.; Winkler, M. - Informationszentrum für Schnittwerte (Aachen), Technische Rundschau - Nr.23 - 3.06.75.
- 2.28. X X X - Maşină de găurit de precizie tip SERVO - 7150 (  $\varnothing$  max 3 mm), prospect firma ACIERA Elveţia (Licenţă SERVOPRODUCTS COMP. CALIFORNIA), ed. 1980.
- 2.29. X X X - Mikroprozessorgesteuerte Gewindebohrmaschine PILOT-TAP 80, firma Präzisions - Werkzeug - und Maschinenbau, München, Werkstatt und Betrieb Nr.11 1981.
- 2.30. X X X - Prospect maşini de găurit - firma Black and Decker inc. - USA - ed. 1981.
- 2.31. Kolotenkow, W.P. - Adaptive Control geometrischer und technologischer Größen, (Moskau), Steuerungstechnik 4 Nr 11 - 1971
- 2.32. Tverskoi, M.M. - Zakamaldin, V.I.; - Stanok dlja glubokovo sverlenia stverstii malovo diametria so stabilizaciei krutiascevo momenta, Stanki i instrument Nr 1 - 1972.



- 2.33. Arndt, W. - Adaptive Regelung für Tiefbohrmaschinen (Karlstruße WT - Z ind. Fertigung nr 8 - 1981.
- 2.34. Ganea, M.; Ganea, M. - Familia de maşini de găurit multi-ax cu portal mobil tip GMP, Sesiunea de comunicări ştiinţifice ICSIT - TITAN Bucureşti oct. 1983.
- 2.35. Dodon, E.; Ganea, M.; Ganea, M. - Procedeu şi algoritm de detecţie automată a uzurii şi ruperii burghi-elor - Dosar OSIM Nr 111392/24.06. 1983.
- 2.36. X I X - Yamazaki Machinery - Catalog centre de prelucrare expo. IH - 81 tipurile H 10, H 15, H 20, H 25, V 15 - N - A, V 15 N - B.
- 2.37. Dodon, E. - Asupra reglării automate a regimului de aşchiere la strunguri, Teză de doctorat IPTVT - 1960.
- 2.38. Mişcinski, L.; Rabinovici, V. - Optimalnoe upravlenie rejimon rezania vi stankah dlia glubokovo sverlenia, Stanki, instrument Nr 3 - 1973.
- 2.39. Sugata, M. - Technische Möglichkeiten japanischer Bearbeitungszentren (Tokio) Werkstatt und Betrieb 104, nr 10 1971.
- 2.40. Pfeifer, T. - 6 Internationale Werkzeugmaschinen - Ausstellung in Tokio 1972, (TH Aachen), Industrie Anzeiger 95 Nr 14 - 16.2.1973.
- 2.41. Lasermann, F.; g. a. - Digitale Grenzwertregelung für die Fräsbearbeitung (Stuttgart), WT - Z ind. Fertigung 71 - Nr 8 - 1981.
- 2.42. Karlov, R. P. - Adaptivnaia sistema upravlenia obrabotkoi glubokih otverstii, Stanki i instrument Nr 8 - 1974.
- 2.43. Shirtladze, A. G.; Kovelcik, E. R. - Automaticeskoe upravlenie uprugimi pere, sečieniami na gari - zontalno - rastocinih stankah, Stanki i instrument Nr 8 - 1974.
- 2.44. Scherer, J. - Werkzeug - und Werkstückwechsler führen Nebenseiten (extras EMO - 81 Hanover), Werkstatt und Betrieb 114

- 2.45. Kaufmann, B.; Schmidt, H.J. - Erhöhen der Zuverlässigkeit und Genauigkeit von Werkzeugmaschinen - Integration von Messsystemen (extra EMO 81 Hannover), Werkstatt und Betrieb 114 Nr 12 - 1981.
- 2.46. Zugrav, M.g.a. - Raport de activitate, privind deplasarea efectuată la a 4-a Expoziție Mondială de Mașini-Unelte de la Hannover RFG, 16-23 sept. 1981, ICSIT-TITAN București.
- 2.47. Arnold, W.; Scherer, J. - Adaptive Control beim Drehen, Präsen und Bohren, Werkstatt und Betrieb 115 Nr.8 - 1982.
- 2.48. Dodon, E. - Comanda adaptivă a mașinilor unelte, catedra TCM - IPTVT - 1975.
- 2.49. Dodon, E.; Busulică, D. - Sensibilitatea relativă a traductorilor magnetoelastici la diferite frecvențe. Probleme de automatizare Ed. Acad. 1969.
- 2.50. X X X - Catalog de traductori - timbre tensometrice și echipamente de prelucrare a semnalelor, firma VISHAY Micro-Measurements Division SUA 1980/81.
- 2.51. Dorsey, J.; Homegrown Strain - gage Transducers - Experimental Mechanics - iulie 1977, pag. 255-260.
- 2.52. Dorsey, J. - Engineering concepts in fatigue life gage use. Applications Note HN 127-3 for Micro-Measurements Division USA 1970.
- 2.53. X X X - Traductori de forță piezoelectrice - Firma Kistler AG, Elveția, 1979.
- 2.54. Gautschi, G.H. - Mesure des forces de coupe par capteurs piezo - électriques multidirectionnels, Machine Outil Nr 328 Mars - Avril 1976.
- 2.55. Teitlin, L.I.; Simohin, A.K. - Primenenie magnitoupругih datchikov krutiascevo momenta v stankah s adaptivnim upravleniem, stanki i instrument Nr 8 - 1974.
- 2.56. Nicklau, R.G. - Sensoren für die bedienensarue

- Fertigung, Werkstatt und Betrieb 114, Nr 12-1981 (extras EMO 81 - Hannover).
- 2.57. Ganea, M.; ș.a. - Utilizarea guruburilor cu role cu pas diferentțial fin la acționările de avansuri ale mașinilor unelte cu comenzi numerice. A XVII-a sesiune de comunicări științifice - Inst. de Invățământ Superior Oradea 1980.
- 2.58. Ganea, M. - Utilizarea traductorilor de proximitate cu efect Hall la centrele de prelucrare - XVII-a sesiune de comunicări științifice Institutul de Invățământ Superior Oradea 1980.
- 2.59. Botez, E. ș.a. - Mașini unelte vol. II Ed. Tehn. Buc. 1978.
- 2.60. Ganea, M. - Blocuri traductoare pentru preluarea forței axiale de așchiere la sisteme de protecție a burghiilor - sesiunea de comunicări științifice ICSIT-TITAN București, oct. 1983.
- 2.61. Oncean, N. - Burghie elicoidale cu tășuri curbe. Procede de ascuțire. Construcția de mașini 34 (1982) Nr 8-9.

### Cap. 3.

- 3.1. Ganea, M. - Despre acționarea principală a mașinii de găurit cu comandă adaptivă. Referat doctorat IPTVT 1976.
- 3.2. Băilă, N. A. - Comanda adaptivă a turației la mașinile de frezat orizontal cu consolă. Tesă de doctorat IPTVT 1978. Cond. științific E. Dodon.
- 3.3. Ernst, P. - Ermittlung der statischen Belastungsgrenze von Wendelbohrern (Darmstadt) - Industrie - Anzeiger 98 - Nr 14.20.2.1976.
- 3.4. Botez, E. - Mașini unelte vol. II (Automatica) Ed. Tehn. Buc. 1972.
- 3.5. X X X - Stufenlos - regelbare Drückölgetriebe - catalog - firma KEA. Knödler OAG - RPG.
- 3.6. Răduți, C.; Nicolescu, E. - Mașini electrice rotative fabricate în România, Buc. Ed. Tehn. 1981.
- 3.7. Kelemen, I. - Acționări electrice, Ed. Did. și Ped. Buc. 1979
- 3.8. X X X - Elemente hidraulice proporționale - Rexroth Ölhydraulik und pneumatik 25, Nr 3 1981.

- 3.9. Oprean, A. - Hidraulice maşinilor unelte, Ed. Did. şi Ped. Buc. 1977.
- 3.10. Marin, V. ş. ş. - Sisteme hidraulice de acţionare şi reglare automată. Probleme practice. Ed. Tehn. Buc. 1981.
- 3.11. Bosngiu, Gh; Dodon, E. ş. ş. - Maşini unelte şi Agregate Ed. Did. şi Ped. Buc. 1978.
- 3.12. Ganea, M. - Despre utilizarea cuplajelor unidirectionale la acţionări principale în trepte ale maşinilor unelte cu comandă automată - A XIV-a sesiune de comunicări ştiinţifice Institutul de Invăţământ Superior Oradea 1978.
- 3.13. X X X. - Societe Industrielle d'Applications Mécaniques (SIAM) catalog de cuplaje unidirectionale, bidirectionale şi de depăşire - 1972.
- 3.14. Ganea, M. - Elemente de calcul analogic la acţionarea principală a maşinii de găurit cu comandă adaptivă. Referat doctorat IPTVT - 1978.

#### Cap. 4.

- 4.1. Grosu, Fl. - Cercetări în vederea realizării unei comenzi adaptive pentru avans la maşina de găurit. Contract de cercetare IPTVT - 1981 Beneficiar întreprinderea "INFRAȚIREA" Oradea.
- 4.2. X X X. - Mini-centru de prelucrare Model D - firma PANUC Japonia, prospect 1981-82.
- 4.3. Ganea, M. - Construcții noi de magazine de scule pentru centre de prelucrare Sesiunea de comunicări ştiinţifice ICSIT-TITAN Buc. oct. 1983.
- 4.4. Ganea, M.; Mengre, A. - Magazin de scule tip tambur conic pentru centre de prelucrare mici. Dosar OSIM Nr 111628/15.07. 1983.
- 4.5. Miloşiu, Gh. ş. ş. - Transmisii mecanice moderne, Buc. Ed. Teh. 1980.
- 4.6. Ganea, M. - Acţionări principale rotative

continue prin mecanisme sumatoare, sesiunea de comunicări științifice ICSIT - TITAN Buc. oct. 1983.

- 4.7. Ganea, M.; Giurea, I. - Acționări principale cu reglaj continuu a turației broșei prin motor de c.a. și servomotor de c.c. la mașina GCR 50 NC, dosar inovație Nr. 018346/20.06.1983, întrep. "INFRATIREA" Oradea.
- 4.8. Ganea, M.; Cojocaru, V. - Cutie de viteze cu curele dințate la mașina GCR 50 NC - Dosar de inovație Nr. 018774/24.06.1983. Intreprinderea "INFRATIREA" Oradea.
- 4.9. X X X - Echipamentul NUMEROM 530 CNC. Manual de prezentare PEA București 1983.

#### Cap. 5.

- 5.1. Depiereux, W.R. - Ermittlung optimeler Schnittbedingungen, Industrie Anzeiger Nr 32/1970 - p. 711
- 5.2. Oprean, A. ș.a. - Bazele aşchierii și generării suprafețelor, Ed. Did. și Ped. Buc. 1981.
- 5.3. Dumitrag, G.; Militaru, C. - Așchieria metalelor și fiabilitatea sculelor aşchietoare, Ed. Tehn. Buc. 1983.
- 5.4. Borangiu, Th. ș.a. - Structuri moderne de conducere automată a mașinilor unelte, Ed. Tehn. Buc. 1982.
- 5.5. X X X - Izledovania po teorii adaptivnih sistem, Academia de st. URSS, Moscova 1976.
- 5.6. Ganea, M. - Optimizarea procesului de găurire prin comandă adaptivă, A XVII-a sesiune de comunicări științifice, Institutul de învățământ Superior Oradea 1980.
- 5.7. Dodon, E.; Ganea, M. - Algoritm pentru comanda adaptivă a turației la găurire, dosar OSIM Nr 111393/24.06.1983.
- 5.8. Babuția, A.; Budișan, N. - Teoria sistemelor automate, Litografiat IPTVT 1972.
- 5.9. Petrescu, A. - Calculatoare automate și programare, Ed. Did. și Ped. Buc. 1970.
- 5.10. Vătășescu, A. - Circuite cu semiconductoare în industrie Ed. Tehn. Buc. 1971.
- 5.11. Râpeanu, R. ș.a. - Circuite integrate analogice, catalog. Ed. Tehn. Buc. 1983.
- 5.12. Brose, K. - Entwicklungsspektrum von der Handeingabe-steuerung bis zur Mehrprozessor - Steuer-



- rang, Werkstatt und Betrieb 114  
Nr.12 - 1981.
- 5.13. Kerebko, A.V. ș.a. - Adaptivnoe upravlenie frezerevaniem s pomoșcia mikroprocesornei sistemi C.P.U. Stanki i Instrument Nr.12. 1983.
- 5.14. X X X - Microstudia pentru familia de mașini de găurit cu masă de poziționare și cap revolver și centre de prelucrare derivate din acestea, ICSIT - TITAN București febr.1984.
- 5.15. Antilev, V.I.; Petapov, V.A. - Vistavka JIMTOV - 82 (exp. Osaka 82), Stanki i Instrument Nr. 11 - 1983.
- 5.16. Antilev, V.I.; Petapov, V.A. - Vistavka IMFS - 82 (exposiția Chicago - 1982) Stanki i Instrument nr.7 - 1983.
- 5.17. Omachi, O.T. - Spindelnie uzli si avtomaticheskih regulirovaniam usilia motiaga vi oporah, Stanki i Instrument Nr.11 1983.
- 5.18. X X X - Prospect firma Yamasaki Machinery Works, IFD - Quick Turn 1982.
- 5.19. X X X - Prospect firma Mitsui Seiki - centre de prelucrare HR 4 A/HR 5 A 1982.
- 5.20. Gansa, M.F. (R). - The use of the programmable control units for the obtaining of the adaptive adjustment functions and the signalling of the tool damages at the machining centres, Szerzám-gép kollektivum, Budapest, oktober 1984.

9. CONȚINUT

	Pag.	
1.		INTRODUCERE
2.		COMANDA ADAPTIVA LA MASINA DE GAURIT
2.1.		Necesitatea comenzii adaptive la masina de gaurit
2.2.		Functiile tehnologice ale procesului de gaurire
2.2.1.		Momentul de torsiune și forța axială de aşchiere
2.2.2.		Viteza de aşchiere
2.3.		Stadiul actual al comenzii adaptive la masina de gaurit
2.3.1.		Directiile de dezvoltare
2.3.2.		Descrierea sistemelor cunoscute și a variantelor derivate
2.3.3.		Concluziile parțiale
2.4.		Stadiul în R.S.R.
2.4.1.		Familia mașinilor de gaurit GP45NC-GP45HC
2.4.2.		Mașini de gaurit corespunzătoare introducerii CA sau sist.derivate
2.4.2.1.		Mașini de gaurit multi-ax
2.4.2.2.		Centre de prelucrare CPV-2 și CM-2
2.4.2.3.		Mașini de gaurit pentru mecanică fină
2.4.2.4.		Centrul de prelucrare modernizat GOR 50 NC
3.		ANALIZA ACȚIONĂRII PRINCIPALE A MASINII DE GAURIT CU CA
3.1.		Analiza construcției act.princ.(ACP) a mașinii GP 45 NC (existența)
3.2.		Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească ACP
3.2.1.		Condiții pentru arborele principal și cupletul său
3.2.2.		Condiții privind domeniul de reglaj al turației
3.2.3.		Condiții pentru regimul tranzitoriu de salt al turației
3.2.4.		Condiții referitoare la descrierea mașinii în reg.conv.și NC
3.3.		Analiza soluțiilor posibile pentru ACP cu reglare continuă
3.3.1.		Construcții cu variatoare mecanice
3.3.2.		Construcții cu acționare hidrostatică
3.3.3.		Construcții cu MEC și o grupă motopompa
3.3.4.		Construcții cu grup generator - motor

3.3.5.	Construcții cu EMAT și convertitor de frecvențe	pag.	70
3.3.6.	Construcții cu HMR și o grupă succesorare	"	72
3.3.7.	Construcții cu sisteme de urmărire rotative	"	74
3.3.8.	Construcții cu EMCC de cuplu const. și mec. sumator în grupa de bază	"	78
3.4.	Anelurile soluțiilor posibile pentru ACP cu reglaj în trepte	"	79
3.4.1.	Cutii de viteze cu fluxuri paralele	"	79
3.4.2.	ACP mixte cu fluxuri paralele și cuplaje de depășire	"	84
3.4.3.	ACP având mai multe EMAT-uri și mecanisme sumatoare	"	87
3.4.4.	ACP având grupe de bază cu EMAT și HMR de reglare prin mec. sumator, combinată cu grupa succesorare	"	88
3.4.5.	Cutii de viteze cu EMAT și baladori comandați hidr. și regim tranzitoriu comandat prin HMR	"	89
3.4.6.	Cutii de viteze cu EMAT și baladori comandați hidr. și regim tranzitoriu comandat prin EMCC	"	92
3.5.	Concluzii privind soluțiile pentru ACP	"	93
4.	SOLUȚII LUATE ÎN CONSIDERARE SPRE APLICARE	"	94
4.1.	Construcția ACP adaptată la mașina GP 45 NC/AC	"	94
4.1.1.	Arborii principali și completul său	"	95
4.1.2.	Amplasamentul traductorilor pentru $F_{ex}$ și $M_t$	"	97
4.1.3.	Variante proiectate pentru ACP	"	99
4.1.4.	Variante de bază proiectată și executată a ACP	"	103
4.1.5.	Comanda hidraulică a ACP	"	108
4.1.6.	Comanda electrică a mașinii GP 45 NC/AC	"	109
4.2.	Construcția ACP adaptată la mașina GOR 50 NC	"	111
4.2.1.	Considerații privind mașina în ansamblu	"	111
4.2.2.	Arborii principali și completul său	"	115
4.2.3.	Prelucrarea momentului de echilibrare $M_t$	"	115
4.2.4.	Variante proiectate pentru ACP	"	116
4.2.4.1.	Varianta cu EMCC de putere const. în grupa de bază	"	116
4.2.4.2.	Varianta cu EMCC și mecanisme sumator în gr. de bază	"	117
4.2.4.3.	Grupa succesorare cu curele dăruțate	"	119
4.2.5.	Opțiunile ale echipamentului NC	"	120
4.3.	Concluzii privind construcția ACP	"	121
5.	ALGORITMUL COMENZII ADAPTIVE A ACP LA MAȘINA DE GAURIT	"	121
5.1.	Procesul de găurire la obiect de analiză privind mărimile de stare	"	121

5.1.1.	Domeniul de existență al stărilor de stare la găurire	pag.	
		pag.	123
5.1.2.	Determinarea restricțiilor sistemului	"	124
5.2.	Algoritmul comenzii adaptive a ACP	"	127
5.3.	Strategia de optimizare prin pași succesivi	"	139
5.4.	Reglajul de poziționare și de lectură a virului burghiului	"	141
5.5.	Algoritmul SCA de reglare a ACP prin unitați programabile	"	142
5.6.	Soluționarea algoritmului cu elemente de calcul analogic	"	146
5.6.1.	Structura SCA	"	148
5.6.2.	Blocurile de calcul analogic din structura SCA	"	149
5.6.3.	Interfața dintre ECU și mașina uneltă	"	155
5.6.4.	Calitatea reglajului cu elemente de calcul analogic	"	157
5.7.	Soluționarea algoritmului prin metode numerice	"	157
5.7.1.	Organigrame de lucru pentru metode numerice de calcul a valorii de referință	"	159
5.7.2.	Programarea autonomă a regimurilor de lucru	"	161
5.7.3.	Corecția automată a reg. de lucru pe unități programabile	"	163
5.8.	Concluzii privind algoritmul SCA	"	166
6.	INCERCĂRI EXPERIMENTALE	"	167
6.1.	Etalonarea sistemelor de măsură pentru $F_{ax}$ și $L_{ax}$	"	167
6.2.	Determinarea parametrilor reali de calcul pentru $F_{ax}$ , $M_t$ , $D_0$	"	168
6.3.	Verificarea funcțională a diferitelor subansamble ale mașinilor	"	169
6.3.1.	Verificarea și reglarea ACP la mers în gol și în sarcină	"	169
6.3.2.	Reglajul regimului tranzitoriu de salt al curentului	"	172
6.3.3.	Reglajul servoreglatorului de comandă a ECU	"	173
6.3.4.	Verificarea și reglarea interfeței	"	175
6.3.5.	Verificarea traductorilor pentru detecția avarii scule	"	176
6.3.6.	Verificarea funcționării în regim AC	"	177
6.4.	Concluzii privind încercările experimentale	"	179
7.	CONCLUZII GENERALE	"	181
8.	BIBLIOGRAFIE	"	190
9.	CUPLINS	"	199

**10. ANKIE:**

- 1. Program AP 117 pentru detecția ruperii burghiilor la GMP 4 x 63 NC**
- 2. Program AP 117 pentru detecția ruperii și uzurii burghiilor la CPV-2**
- 3.1. Banca de date pt. prog. automată a reg. de aşchiere la GCR 50 NC**
- 3.2. Banca de date pt. corecția automată a reg. de aşchiere la CPG 50.**
- 3.3. Bancă de date pentru corecția automată a reg. de aşchiere la CPV-2.**





ANEXA 3.1.

φ	P			q			M <sub>max</sub>			S <sub>0</sub> /X <sub>0</sub>			S <sub>0</sub> /Y <sub>0</sub> (Y <sub>0</sub> =0,509)			n <sub>0</sub> = $\frac{p}{s \cdot v}$			v <sub>0</sub>			P			P <sub>0</sub> = $\frac{p \cdot Q \cdot M}{S \cdot W \cdot S \cdot X \cdot 0,8}$			S <sub>0</sub> [0,8 M / (Cm <sup>2</sup> · S)]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Bz	Fm	Fc	Bz	Fm	Fc	Bz	Fm	Fc	Bz	Fm	Fc	Bz	Fm	Fc	Bz	Fm	Fc	Bz	Fm	Fc	UL	AL	AI	UL	AL	AI	UL	AL	AI	UL	AL	AI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0	1,137	3736,13	3712,5	3465,6	4081	17,6	17,78	8,43	0,07/0,55	0,038/0,55	0,032/0,55	0,02/0,7	10753	10164	7545	10109	84,45	79,8	59,2	65,8	5118	15502,1	121,7	0,10/0,55	2,5	1,196	2546,5	2530,4	2362,1	2927,15	4,91	5,22	42,85	0,178	0,94	0,79	0,05	4417	4168	3066	3826	55,5	38,5	31,9	31,9	2488,5	3051,3	57,5	0,407/0,55	4	1,200	1816,59	1805,1	1685,05	2178,19	1,62	1,798	134,86	0,286	0,15	0,10	2432	2295	1700	2046	45,84	43,2	32	29,6	1961,5	2197,9	55,2	0,51	8	1,307	1588,27	1422,9	1328,2	1767	0,74	0,844	278,48	0,357/0,4	0,189	0,16	1159	992	757	870	36,4	31,2	23,8	22,7	1625,1	1511,8	47,5	0,81	10	1,351	1315,83	1264	1100,4	1495,14	0,4012	0,467	619,74	0,572	0,30/0,4	0,254	870	748	539	594	32,8	28,2	20,3	18,5	1399,3	1132,4	42,7	1,14	12	1,386	1128,95	1084,5	993,8	1306,46	0,243	0,289	1147,94	0,80	0,424	0,356/0,4	0,224	870	748	539	594	32,8	28,2	20,3	18,5	1399,3	1132,4	42,7	1,14	14	1,422	990,24	951,24	871,7	1160,66	0,159	0,192	1740,5	0,935	0,495	0,416	0,262	717	615	445	472	31,5	27,05	19,6	17,2	1222,9	933,8	41,1	1,33	16	1,453	883,86	849,05	778,07	1075,5	0,11	0,134	2496,04	1,068	0,565	0,476	0,300/0,509	607	522	378	368	30,5	26,2	19	18,3	1091,6	790,4	39,7	1,52	18	1,479	800,24	768,73	704,5	984,6	0,08	0,098	3430,55	1,207	0,636	0,535	0,336	522	449	323	314	29,5	25,4	18,3	17,6	988,3	682,1	38,6	1,71	20	1,501	732,6	703,75	644,9	910,67	0,06	0,074	4559,4	1,336	0,707	0,595	0,374	459	394	284	280	28,8	24,7	17,8	17,4	904,8	598,6	37,6	1,90	22	1,519	676,79	650,15	595,8	850,15	0,046	0,058	5897,5	1,47	0,777	0,654	0,411	409	352	254	241	28,3	24,3	17,5	16,5	835,8	532,7	36,8	2,09	24	1,544	627,76	603,04	552,6	793,5	0,036	0,046	7459,3	1,603	0,848	0,714	0,448	367	317	230	212	27,7	23,9	17,3	15,9	770,6	474,3	35,7	2,28	26	1,564	586,26	563,17	516,09	746,6	0,029	0,037	9258,8	1,736	0,919	0,773	0,486	332	285	206	197	27,1	23,3	16,8	16	724,0	431,7	35,3	2,47	28	1,583	550,4	528,73	484,5	705,6	0,0196	0,025	13625,6	2,00	1,06	0,892	0,56	277	238	171	170	26,1	22,4	16,1	15,9	640,2	360,3	33,9	2,85	30	1,604	518,35	497,94	456,3	668,1	0,0164	0,021	16000	2,10	1,11	0,936	0,588	257	221	160	161	25,8	22,2	16,08	16,08	606,8	335,1	33,7	2,99	32	1,619	491,32	471,98	432,5	636,8	0,0138	0,018	16000	1,82	0,96	0,81	0,509	259	223	162	159	27,7	23,5	17,3	16,9	575,5	336,9	36,0	2,59	34	1,637	466,03	447,68	410,25	607,3	0,0118	0,0155	16000	1,588	0,84	0,707	0,444	260	224	163	160	29,4	25,3	16,4	18	548,2	338,8	38,3	2,26	36	1,654	443,86	426,38	390,7	580,8	0,0102	0,0134	16000	1,397	0,739	0,622	0,39	261	224	163	163	31,1	26,7	19,5	19,3	522,9	339,9	40,6	1,99	38	1,671	423,44	406,77	372,76	536,6	0,0088	0,0117	16000	1,257	0,654	0,55	0,346	262	226	176	168	34,8	29,9	21,5	20,6	479,6	343,06	45,2	1,57	40	1,701	388,3	373,02	341,8	514,8	0,0077	0,0103	16000	1,10	0,583	0,49	0,308	264	227	165	168	34,8	29,9	21,5	21,9	479,6	343,06	45,2	1,57	42	1,718	372,59	357,9	328	483,34	0,0068	0,009	16000	0,986	0,52	0,44	0,276/0,7	264	226,5	164	197	36,5	31,5	22,8	22,8	460,1	344,0	47,5	1,40	44	1,731	358,84	344,7	315,9	467,02	0,006	0,008	16000	0,887	0,469	0,395	0,248	266	228,5	165	164	38,4	33,5	24,4	24,4	443,1	345,7	49,9	1,26	46	1,755	344,63	331,06	303,4	449,09	0,0053	0,0071	16000	0,802	0,424	0,357	0,224	266	229	166	203	38,4	33,5	24,4	24,4	443,1	345,7	49,9	1,26	48	1,771	332,36	319,28	292,6	434,22	0,0047	0,0064	16000	0,728	0,385	0,324	0,204	267	231	168	208	41,9	36,1	26,1	26,1	425,6	345,9	52,1	1,14	50	1,778	321,83	309,16	269,1	422,5	0,0043	0,0057	16000	0,663	0,35	0,295/0,55	0,185	267	231	168	210	41,9	36,1	26,1	26,1	425,6	345,9	52,1	1,14	52	1,798	310,68	298,45	259,8	408,44	0,0038	0,0052	16000	0,606	0,321	0,27	0,169	267	232	169	230	43,6	37,5	27,2	27,2	410,5	348,2	56,9	0,94	54	1,806	301,49	270,09	252,1	397,82	0,0035	0,0047	16000	0,556	0,294/0,55	0,248	0,156	269	232	178	220	45,6	39,5	30,7	30,7	383,7	349,3	59,2	0,86	56	1,822	292,04	261,62	244,2	386,1	0,0031	0,0043	16000	0,51	0,27	0,228	0,143	269	237	175	240	47,1	41,1	32,3	32,3	372,3	342,6	61,5	0,79	58	1,836	283,35	253,84	236,96	375,5	0,00287	0,0039	16000	0,472	0,25	0,21	0,132	269	242	180	234	49	43,1	33,2	33,2	360,7	350,2	63,8	0,73	60	1,861	270,75	242,56	226,42	359,72	0,0025	0,0034	16000	0,42	0,222	0,187	0,117	270	250	185	256	53,4	46,3	33,8	33,8	349,9	351,3	66,2	0,67	63	1,861	270,75	242,56	226,42	359,72	0,0025	0,0034	16000	0,42	0,222	0,187	0,117	270	250	185	256	53,4	46,3	33,8	33,8	349,9	351,3	66,2	0,67





ANNEX 3.1.

Ø	$n_{OK} = \frac{C_0 \cdot C_V}{S \cdot V}$						$n_{OK} = \frac{C_0 \cdot C_V}{S \cdot V}$						$n_{OK} = \frac{C_0 \cdot C_V}{S \cdot V}$						$V_0$							
	Bz	Fm	Fc	OL	Bz	Fm	Fc	OL	Bz	Fm	Fc	OL	Bz	Fm	Fc	OL	Bz	Fm		Fc	OL	$Q_{M,d}^{1,9}$	AI	AI	AI	AI
0	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48				
2,5	10846	10483	7485	8384	85,2	87,3	58,8	65,8	10846	11120	7485	8384	85,2	87,3	58,8	65,8	10111	79,4	41,91	0,135	15541,8	122				
4	4424	4190	3103	3166	55,6	52,6	39	39,8	4424	4190	3104	3166	55,6	52,6	39	39,8	3818	48	102,38	0,336	6399,7	80,4				
6	2431	2312	1705	1696	45,8	43,6	32,1	31,9	2431	2312	1705	1696	45,8	43,6	32,1	31,9	2045	38,5	221,19	0,539	3051,35	57,5				
8	1696	1605	1188	1176	42,6	40,3	29,8	29,5	1696	1605	1188	1176	42,6	40,3	29,8	29,5	1419	35,7	382,08	0,673	2197,7	55,2				
10	997	861	761	716	31,3	27	23,9	22,5	1159	999	761	716	31,3	27	23,9	22,5	864	27,1	583,83	1,077	1513,1	47,5				
12	748	643	464	495	29,2	24,2	17,5	18,7	870	746	539	495	29,2	24,2	17,5	18,7	596	22,5	825,53	1,51	1132,3	42,7				
14	617	529	383	394	27,1	23,3	16,8	17,3	717	615	444	394	27,1	23,3	16,8	17,3	475	20,9	1106,45	1,76	933,8	41,1				
16	522	449	323	355	26,2	22,6	16,2	12,8	607	521	376	356	30,5	26,2	18,9	17,9	360	18,1	1425,98	2,01	790,17	39,7				
18	451	388	280	220	25,5	21,9	15,8	12,44	524	450	325	308	29,6	25,4	18,4	17,4	311	17,6	1783,63	2,265	682,5	38,6				
20	455	338	282	270	28,6	27,5	17,7	17	455	391	282	270	28,6	24,6	17,7	16,9	272	17,1	2178,94	2,517	593,26	37,27				
22	408	394	253	240	28,2	27,2	17,5	16,6	409	351	253	240	28,2	24,2	17,5	16,6	242	16,7	2611,50	2,768	532,67	36,8				
24	366	353	227	215	27,6	26,6	17,1	16,2	366	314	227	215	27,6	23,7	17,1	16,2	216	16,3	3080,98	3,02	477,18	36				
26	331	319	205	194	27	26	16,7	15,8	331	284	205	194	27	23,2	16,7	15,8	195	15,9	3587,04	3,27	431,6	35,2				
28	302	291	187	177	26,6	25,6	16,4	15,6	302	259	187	177	26,6	22,8	16,4	15,6	178	15,6	4129,41	3,52	393,7	34,6				
30	277	266	171	162	26,1	25,1	16,1	15,3	277	237	171	162	26,1	22,3	16,1	15,3	163	15,4	4707,80	3,77	360,4	34				
32	257	248	159	150,6	25,8	24,9	16	15,1	257	221	159	151	25,8	22,2	16	15,2	151	15,2	5321,97	3,96	335,1	33,7				
34	258	249	160	154,4	27,5	26,6	17,1	16,5	258	222	160	154	27,5	23,7	17,1	16,4	155	16,5	5971,69	3,43	336,6	35,9				
36	260	250	161	158	29,4	28,3	18,2	17,9	260	223	161	158	29,4	25,2	18,2	17,9	159	18	6656,75	2,99	338,6	38,3				
38	261	251	162	162	31,1	29,9	19,9	19,3	261	224	162	162	31,1	26,7	19,3	19,3	163	19,4	7376,94	2,63	339,9	40,6				
40	262	252	162	165	32,9	31,7	20,3	20,7	262	225	162	165	32,9	28,3	20,3	20,7	166	20,8	8132,07	2,33	341	42,8				
42	226	195	163	120	29,8	25,7	21,5	15,8	263	226	163	168	34,7	29,8	21,5	22,2	170	22,4	8921,97	2,07	342,7	45,2				
44	227	195	163	158	31,4	26,9	22,5	21,8	264	227	163	158	31,4	29,8	22,5	21,8	191	26,4	9746,47	1,86	344,2	47,6				
46	228	196	164	165	32,9	28,3	23,7	23,8	265	228	164	165	32,9	32,9	23,7	23,8	199	28,7	10605,4	1,67	345,8	50				
48	228	196	164	170	34,4	29,5	24,7	25,6	265	228	164	170	34,4	34,4	24,7	25,6	205	30,9	11498,62	1,51	345,7	52,1				
50	229	197	165	175	36	30,9	25,9	27,6	266	228	165	176	41,8	35,8	25,9	27,6	212	33,3	12425,97	1,37	345,8	54,3				
52	230	198	199	183	37,6	32,3	32,5	29,9	267	230	171	183	43,6	37,6	27,9	29,9	220	35,9	13387,32	1,25	348,7	57				
54	230	198	202	188	39	33,6	34,3	35,9	268	230	174	188	45,5	38,8	29,5	31,9	227	38,5	14382,53	1,14	348,8	59,2				
56	231	239	205	194	40,6	42	36	34,1	269	239	176	194	47,3	42	30,9	34,1	234	41,1	15411,49	1,05	350,1	61,6				
58	231,7	242	208	200	42,2	44,4	37,9	36,4	269	242	179	200	49	44,1	32,6	36,4	241	43,9	16474,05	0,96	350,1	63,8				
60	232	245	211	206	43,7	46,2	39,8	38,8	270	245	182	206	50,9	46,2	34,3	38,8	248	46,7	17570,12	0,89	351,5	66,2				
63	232	250	215	215	45,9	49,5	42,5	42,5	270	250	185	215	53,4	49,5	36,6	42,5	259	51,2	19276,77	0,79	351,0	69,5				







CPV-2

Ø	S <sub>0</sub> (mm/min)				n <sub>0</sub> (rot/min)				Fax (daN)		
	Al	Bz	Fc	Fm	Ol	Al	Bz	Fm		Fc	Ol
2,5	360	266	144	121	76	3800	3800	3800	3800	3800	1,15
4	950	676	357	242	190	3800	3800	3800	3066	3800	3,4
6	1242	695	344	216	163	3051	2432	2295	1700	2046	7,1
8	1121	603	303	188	142	2198	1689	1604	1185	1423	11
10	1225	663	297	192	139	1513	1159	992	757	870	19
12	1290	696	317	192	133	1132	870	748	539	594	28,6
14	1242	670	304	185	124	934	717	615	445	472	37,2
16	1220	648	295	180	110	790	607	522	378	368	46,6
18	1166	627	285	173	105	682	522	449	323	314	56,6
20	1126	613	278	170	104	593	459	394	284	280	67,6
22	1114	601	273	169	99	533	409	352	254	241	79,3
24	1087	588	269	164	95	477	367	317	230	212	91,7
26	1065	576	262	159	96	431	332	285	206	197	105
28	1048	565	256	155	99	394	302	259	187	189	119
30	1026	554	252	152	95	360	277	238	171	170	133,5
32	1002	540	245	150	95	335	257	221	160	161	147,2
34	873	471	214	131	81	337	259	223	162	159	141,8
36	766	413	188	115	71	339	260	224	163	160	136,8
38	676	364	165	101	63	340	261	224	163	163	132,2
40	600	324	148	97	58	341	262	226	176	168	128,3
42	538	290	132	81	52	343	264	227	165	168	124,4
44	481	260	117	72	54	344	264	226	164	197	121
46	436	236	107	65	50	346	266	228	165	203	117,6
48	394	293	97	59	46	346	266	229	166	208	114,5
50	360	194	89	54	43	346	267	231	168	210	112
52	327	177	80	50	42	348	267	228	169	230	109
54	300	163	74	48	37	349	269	232	178	220	106,4
56	276	150	69	43	37	350	269	237	175	240	104,5
58	255	137	65	41	33	350	269	242	180	234	102
60	235	127	61	38	33	351	270	246	181	248	99,9
63	210	113	55	34	30	351	270	250	185	256	96,7

p	h <sub>0</sub> (mm/mtn)					h <sub>0</sub> (prof/mtn)					Rax (dan)
	A1	h <sub>z</sub>	h <sub>q</sub>	h <sub>m</sub>	OL	A1	h <sub>z</sub>	h <sub>q</sub>	h <sub>m</sub>	OL	
2,5	360	266	144	121	76	3800	3800	3800	3800	3800	1,15
4	950	676	357	242	190	3800	3800	3800	3066	3800	3,4
6	1242	695	344	216	163	3051	2432	2295	1700	2046	7,1
8	1121	603	303	188	142	2198	1689	1604	1185	1423	11
10	1225	663	297	192	139	1513	1159	992	757	870	19
12	1290	696	317	192	133	1132	870	748	539	594	28,5
14	1242	670	304	185	124	934	717	615	445	472	37,2
16	1220	648	295	180	110	790	607	522	378	368	46,6
18	1166	627	285	173	105	682	522	449	323	314	56,6
20	1126	613	278	170	104	593	459	394	284	280	67,5
22	1114	601	273	169	99	533	409	352	254	241	79,3
24	1087	588	269	164	95	477	367	317	230	212	91,7
26	1065	576	262	159	96	431	332	285	206	197	105
28	1048	565	256	155	99	394	302	259	187	189	119
30	1026	554	252	152	95	360	277	238	171	170	133,5
32	1002	540	245	150	95	335	257	221	160	161	147,2
34	873	471	214	131	81	337	259	223	162	159	141,8
36	766	413	188	115	71	339	260	224	163	160	136,8
38	676	364	165	101	63	340	261	224	163	163	132,2
40	600	324	148	97	58	341	262	226	176	168	128,3
42	538	290	132	81	52	343	264	227	165	168	124,4
44	481	260	117	72	54	344	264	226	164	197	121
46	436	236	107	65	50	346	266	228	165	203	117,6
48	394	293	97	59	46	346	266	229	166	208	114,5
50	360	194	89	54	43	346	267	231	168	210	112
52	327	177	80	50	42	348	267	228	169	230	109
54	300	163	74	48	37	349	269	232	178	220	106,4
56	276	150	69	43	37	350	269	237	175	240	104,5
58	255	137	65	41	33	350	269	242	180	234	102
60	235	127	61	38	33	351	270	246	181	248	99,9
63	210	113	55	34	30	351	270	250	185	256	96,7

PROGRAM PENTRU SESIZAREA UZURII SI PAPERII SCULEI LA MASINA SMP 4X63 NC, REALIZAT PENTRU AUTOMATUL PROGRAMABIL, APIL7, (SUPRAVEGERE A UZURII SI RUMPERII SCULEI SE FACE INDEPENDENT LA FILCARI DIN CELE PATRU SCULE.)

ADRESA	OPERATI	PARAMTRU	SEMIFICATIE
0000	I 1000		PARARE SCHEMA DE COMANDA
0001	• 1001		VALIDARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (DIN NC)
0002	• M001		AVANS DE LUCRU SENS + (APROPRIE PIESA SCULA 1)
0003	• / M002		NOU AVANS DE LUCRU SENS - (DEPARARE PIESA SCULA 1)
0004	- M003		CONDITII EXISTENTA PROTECTIE LA RUPEREA SCULEI 1
0005	COM		COMPARARE SENS (FAXIT), CU AVANS (FORA AXIALA DE PRAG SCULA 1), OPERATIA SE EXECUTA DACA M003=1, CONTRAR SE EXECUTA INSTRUCIUNEA URMATOARE
0006	M003		SE EXECUTA DACA M003=1
0007	M003		MASURA PENTRU FAXIT)
0008	M003		VALNARE DE PRAG PENTRU FORA AXIALA A SCULEI 1
0009	M005		SESIZARE FAXIT) > VALNAREA DE PRAG (SESIZARE Atingere SCULA 1 DE PIESA)
0010	M004		SESIZARE FAXIT) < VALNAREA DE PRAG (SESIZARE NEATINGERE SCULA 1 DE PIESA)
0011	TRPL		-ANSARE TEMPORIZARE (0), DURA INTARARE SCULA 1 IN PIESA
0012	M005		SE EXECUTA NUMAI DACA M005=1
0013	M002		VALNARE NUMERICA PENTRU TEMPORIZARE (0), (PROGRAMATA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE
0014	M004		INTERMEDIAR PENTRU CALCUL TEMPORIZARE (0)
0015	M006		SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE (0)
0016	/ M006		ANSARE IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE (0), PE PERIADA
0017	R M007		CAREIA SE FACE DETERMNAREA LUI FAXI PENTRU SCULA 1
0018	I M006		DURATA IMPULSULUI DERIVATIV ESTE EGALA CU DURATA UNEI BALIERI DE PROGRAM
0019	• / M007		ADIGA CIRCA 50 MS
0020	• S M007		M007 - INTERMEDIAR PENTRU CALCUL IMPULS DERIVATIV
0021	= M008		REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE (0)
0022	TRAD		INSCRIERE FAXIT) IN CELULA M006 PENTRU MEMORARE FAXI, DACA M008=1
0023	M008		FAXI ESTE VALNAREA LUI FAXIT) LA MOMENTUL TERMINA RII TEMPORIZARII (0)
0024	M009		MASURA PENTRU FAXIT) SCUL A 1
0025	M006		MASURA PENTRU FAXI SCULA 1
0026	M009		OPERATIA DE IMPARTIRE * (SE EXECUTA DACA M008=1) INTRE M006 SI M009, REZULTAT IN M010
0027	M006		OPERATIA ARE CA SCOP DETERMNAREA LUI 1,25 FAXI PENTRU SCULA 1
0028	M006		MASURA PENTRU FAXI SCULA 1
0029	M008		VALNARE NUMERICA EGALA CU "4"
0030	M010		VALNARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI
0031	SUM		OPERATIE DE ADUNARE (SE EXECUTA DACA M008=1) INTRE M005 SI M010, REZULTAT IN M012
0032	M008		PENTRU CALCUL 1,25 FAXI
0033	M006		MASURA PENTRU FAXI SCULA 1
0034	M010		VALNARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI
0035	M009		INTERMEDIAR OPERATIE DE ADUNARE
0036	M012		VALNARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI - SCULA 1
0037	SUM		OPERATIE DE ADUNARE PENTRU DETERMNAREA LUI 2FAXI SCULA 1, SE EXECUTA
0038	M008		NUMAI DACA M008=1
0039	M006		VALNARE NUMERICA EGALA CU FAXI
0040	M006		VALNARE NUMERICA EGALA CU FAXI
0041	M010		INTERMEDIAR CALCUL OPERATIE DE ADUNARE
0042	M014		VALNARE NUMERICA EGALA CU 2FAXI
0043	I M003		CONDITII EXISTENTA PROTECTIE LA RUPEREA SCULEI 1
0044	• M006		SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE (0)
0045	• / M008		NEEXISTENTA IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE (0)
0046	- M009		CONDITII TESTARE UZURA SCULA 1
0047	M009		INSTRUCIUNE MEMORANTA
0048	M009		INSTRUCIUNE MEMORANTA
0049	M009		INSTRUCIUNE MEMORANTA
0050	M009		INSTRUCIUNE MEMORANTA
0051	COM		DURA DETERMNARE FAXI SE FACI TESTAREA FAXIT) CU 1,25FAXI, DACA M009=1
0052	M009		PENTRU DETERMNARE VALNARE UZUR SCULA 1
0053	M003		MASURA FAXIT) SCULA 1
0054	M012		MASURA 1,25 FAXI SCULA 1
0055	M011		DETERMNARE FAXIT) > 1,25 FAXI SCULA 1
0056	M012		DETERMNARE FAXIT) < 1,25 FAXI SCULA 1
0057	TRPL		TEMPORIZARE IN CAZUL CIND FAXIT) > 1,25FAXI, IN CAZ CONTRAR (TEMPORIZARE (0)),

```

0058 0011 INSTRUCȚIUNEA NU SE EXECUTA
0059 0016 MASURA PENTRU TEMPORIZARE T1
0060 0018 INSTRUMENTAR TEMPORIZARE T1
0061 0013 SESTIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T1
0062 0013 LA TERMINARE TEMPORIZARE T1 SE FACE COMPARAREA SONOR (FAXIT) CU A0012
0063 0013 (1,25 FAXIT) SCULA 1
0064 0013 MASURA FAXIT) SCULA 1
0065 0012 MASURA 1,25 FAXIT SCULA 1
0066 0014 SESTIZARE FAXIT) > 1,25 FAXI DUPA TEMPORIZAREA T1 SCULA 1
0067 0015 SESTIZARE FAXIT) < 1,25 FAXI DUPA TEMPORIZAREA T1 SCULA 1
0068 0014 LANGARE IMPULS DERIVATIV DACA DUPA TEMPORIZARE T1
0069 0016 FAXIT) > 1,25 FAXIT, IN VEDEREA DECIZIEI DE
0070 0014 MICRORUPTURI LA SCULA 1
0071 0016 INSTRUMENTAR CALCUL IMPULS DERIVATIV M017
0072 0016 INSTRUMENTAR CALCUL IMPULS DERIVATIV M017
0073 0017 REZULTAT IMPULS DERIVATIV DUPA TERMINARE TEMPORIZARE T1
0074 0017 IN CAZUL EXISTENȚEI SEMNALULUI I LOGIC PENTRU SEMNALUL
0075 0017 DE MICRORUPTURI SCULA 1
0076 0013 CONDIȚII EXISTENȚEI APĂRĂȚII LA UPERFASCULUI I
0077 0019 CONDITII TESTARE UZURA SCULA 1
0078 0019 SELECTARE FUNCȚIE AUXILIARA PENTRU ANULARE DECIZIE UZURA SCULA SI REEVALUARE
0079 0019 ANULARE DECIZIE MICRORUPTURI SCULA 1
0080 0019 OPERATIE DE COMPARARE PE TIPUL PRELUCRĂȚII CU SCULA 1, IN VEDEREA
0081 0019 LUARII DECIZIEI DE SCULA SUPRAI FAXIT), CU 2 FAX I - SCULA 1)
0082 0019 MASURA FAXIT) SCULA 1
0083 0014 MASURA FAXIT SCULA 1
0084 0020 SESTIZARE FAXIT) > 2FAXI SCULA 1
0085 0021 SESTIZARE FAXIT) < 2FAXI SCULA 1
0086 0021 LANGARE TEMPORIZARE DACA FAXIT) > 2FAXI M024=1
0087 0020 IN CAZ CUMPAR INSTRUCȚIUNEA NU SE EXECUTA (TEMPORIZARE T2)
0088 0020 PRESELECTARE TEMPORIZARE T2 DEFINITA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE)
0089 0022 INSTRUMENTAR PENTRU TEMPORIZARE T2
0090 0022 SESTIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T2
0091 0022 LANGARE IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T2
0092 0023 IN VEDEREA COMPARĂȚII LUI FAXIT) PENTRU SCULA 1
0093 0022 CU 2 FAXIT , IN VEDEREA LUĂRII DECIZIEI DE SCULA SUPRAI
0094 0023 INSTRUMENTAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
0095 0023 INSTRUMENTAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
0096 0024 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TEMPORIZARE T2
0097 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0098 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0099 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0100 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0101 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0102 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0103 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0104 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0105 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0106 0019 INSTRUCȚIUNEF NEDEPRANTA
0107 0024 COMPARARE FAXIT) CU 2FAXI PENTRU SCULA 1 DACA M024=1
0108 0019 (COMPARAREA SE FACE NUMAI PE PERIODA IMPULSULUI DERIVATIV M024)
0109 0014 MASURA FAXIT) SCULA 1
0110 0014 MASURA FAXIT SCULA 1
0111 0025 SESTIZARE DEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT) DUPA T2
0112 0025 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0113 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0114 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0115 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0116 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0117 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0118 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0119 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0120 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0121 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0122 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0123 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)
0124 0026 SESTIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAXIT)

```





0256 M056 SESIZARE NEDEPASIRE 2 FAXI DE CAIRE FAX(1) LA SCULA 2  
0257 M055 DACA FAX(1) DEPASIRE 2 FAXI SE MEMORANZA TESIREA E012 CARE  
0258 S E012 SESIZAREA RUPERIA SCULEI 2  
0259 I M039 STERGEREA MEMORIEI REALIZATA LA RUPERIA SCULEI SE FACE LA SELECTAREA SELECTAREA.  
0260 K M205 CONDITIILOR PENTRU TESTAREA UZURII SI RUPERII SCULEI 2, PREGUI SI LA  
0261 R E012 FUNCTIEI AUXILIARE PENTRU RETALONARE. SELECTAREA FUNCTIEI AUXILIARE PENTRU RETALONARE PRESUPUNE  
0262 NNP INLCURAREA SCULEI RUPTE  
0263 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
0264 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
0265 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
0266 I I000 PRIMIRE SCHEMA DE COMANDA  
0267 I I001 VALTOARE PROTECTIE LA RUPERIA SCULELOR (DIN NC)  
0268 M051 AVANS DE LUCRU SENS + (AURUPLETEA PIESA SCULA 3)  
0269 M052 MNAVANS DE LUCRU SENS - (DEPARTARE PIESA SCULA 3)  
0270 = M053 CONDITII EXISTENIA PROTECTIE LA RUPERIA SCULEI 3  
0271 COMPARARE S002 (FAX(1)) CU AD007 (FURIA AXIALA DE PRAG SCULA 3), OPERATIA SE  
0272 EXECUTA DACA M069=1. CUMPAR SE EXECUTA INSTRUCIUNEA JHATDARE  
0273 M053 MASURA PENTRU FAX(1) SCULA 3  
0274 S0002 VALTOARE DE PRAG PENTRU FURIA AXIALA A SCULEI 3  
0275 A0001 SESIZARE FAX(1) > VALTOARE DE PRAG (SESIZARE ATINGERE SCULA 3 DE PIESA)  
0276 M065 SESIZARE FAX(1) < VALTOARE DE PRAG (SESIZARE NEGTINGERE SCULA 3 DE PIESA)  
0277 M064 LANSARE TEMPORIZARE TO, DUPA INTERARE SCULA 3 IN PIESA  
0278 M065 SE EXECUTA NUMAI DACA M069=1  
0279 A0002 VALTOARE NUMERICA PENTRU TEMPORIZARE TO (PROGRAMATA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE)  
0280 A0054 INFERMIER PENTRU CALCUL TEMPORIZARE TO LA SCULA 3  
0281 M056 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE TO LA SCULA 3  
0282 I M066 LANSARE IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE TO PE PERIODA CAREIA SE FACE  
0283 K M057 DEFERMINAREA LUI FAXI PENTRU SCULA 3  
0284 I M066 DURATA IMPULSULUI DERIVATIV ESTE EGALA CU DURATA UNFI BALIERI DE PROGRAM  
0285 M057 ADICA CCA 50 MS.  
0286 S M067 INFERMIER PENTRU CALCUL IMPULS DERIVATIV  
0287 I M068 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE TO  
0288 FAX(1) IN CILULA A060 PENTRU MEMORARE FAXI LA SCULA 3, DACA  
0289 M058 M068=1  
0290 S0002 FAXI PENTRU SCULA 3 ESTI VALTOAREA LUI FAX(1) LA MOMENTUL TEMPORIZARII TO  
0291 A0056 MASURA PENTRU FAXI SCULA 3  
0292 UTV OPERATIE DE IMPARTIRE (SE EXECUTA DACA M068=1) INTRE A0066 SI A0078, CU REZULTAT IN A0070  
0293 M058 OPERATIA ARF CA SCOP DETERMINAREA VALORII 1225FAXI PENTRU SCULA 3  
0294 A0066 MASURA PENTRU FAXI SCULA 3  
0295 A0008 VALTOARE NUMERICA EGALA CU "4"  
0296 A0079 VALTOARE NUMERICA EGALA CU 0925.FAXI  
0297 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
0298 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
0299 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
0300 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
0301 S004 OPERATIE DE ADUNARI (SE EXECUTA M068=1) INTRE A0065 SI A0079, REZULTATUL IN A0072  
0302 M058 DEFERMINAREA VALORII 2 FAXI PENTRU SCULA 3  
0303 A0056 VALTOARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 3  
0304 A0079 VALTOARE NUMERICA EGALA CU 0925FAXI  
0305 M059 INFERMIER PENTRU OPERATIA DE ADUNARE  
0306 A0072 VALTOARE NUMERICA EGALA CU 1,25FAXI SCULA 3  
0307 S004 OPERATIE DE ADUNARE (SE EXECUTA DACA M068=1) PENTRU DEFERMINAREA VALORII 2 FAXI LA SCULA 3  
0308 M058 SE EXECUTA NUMAI DACA M068=1  
0309 A0066 VALTOARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 3  
0310 A0066 VALTOARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 3  
0311 M079 INFERMIER PENTRU OPERATIA DE ADUNARE  
0312 A0074 VALTOARE NUMERICA EGALA CU 2FAXI PENTRU SCULA 3  
0313 I M063 COMITII EXISTENIA PROTECTIE LA RUPERIA SCULA 3  
0314 M066 SESIZARE TEMPORARE TEMPORIZARE TO, SCULA 3  
0315 M058 NEEXISTENTA IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TO  
0316 = M059 CONDITII TESTARE DURATA SCULA 3  
0317 C004 CUPA DETERMINARE FAXI SE FACE TESTAREA PENTRU FAX(1) CU 1,25FAXI DACA M069=1  
0318 M069 PENTRU DETERMINAREA MICROOPTURIC SCULEI 3  
0319 S0002 MASURA FAX(1) SCULA 3  
0320 A0072 MASURA 1,25 FAXI SCULA 3  
0321 M071 DEFERMINARE FAX(1) > 1,25 FAXI SCULA 3

0322	M072	DETERMINARE FAXITI < 1,25 FAXI SCULA 3
0323	TMPI	TEMPORIZARE IN CAZUL CIM FAXITI > 1,25 FAXI, IN CAZ COMPAR, (TEMPORIZAREA TI)
0324	M071	NU SE EXECUTA - (M071=1)
0325	M076	MASURA PENTRU TEMPORIZARE TI SCULA 3
0326	M078	INTERMEDIIAR PENTRU TEMPORIZARE TI SCULA 3
0327	M073	SESIZARE TEMPINARE TEMPORIZARE TI SCULA 3
0328	LN1	LA TEMPINARE TEMPORIZARE TI SE FACE COMPARAREA S0092 (FAXIT) PENTRU SCULA 3)
0329	M073	CU A0072 -1),25 FAXI 1 PENTRU SCULA 3
0330	S0072	MASURA FAXIT) PENTRU SCULA 3
0331	M072	MASURA 1,25 FAXI PENTRU SCULA 3
0332	M074	SESIZARE FAXIT) > 1,25 FAXI PENTRU SCULA 3
0333	M075	SESIZARE FAXIT) < 1,25 FAXI PENTRU SCULA 3
0334	I/ M074	LANSARE IMPULS DERIVATIV DACA DURA TEMPORIZAREA TI
0335	R M076	FAXIT) > 1,25 FAXI 1 IN VEDEREA DECIZIILOR DE
0336	*/ M076	INTERMEDIAR SCULA 3
0337	*/ M076	INTERMEDIIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV M077
0338	S M076	INTERMEDIIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV M077
0339	= M077	REZULTAT CALCUL IMPULS DERIVATIV DURA TEMPORIZAREA TI PENTRU SCULA 3
0340	I M077	IN CAZUL EXISTENTEL SEMALDULI "M" LOGIC PENTRU VARIABILA M077 SE IA DECIZIA
0341	S E020	DE MICROINTUPI PENTRU SCULA 3 (SERIAL NUMARAT 1)
0342	I M069	CONDITII EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRFA SCULEI 3
0343	*/ M069	CONDITII TESTARE UZURA SCULA 3
0344	*/ M069	SELECTARE FUNCTIE FOXTI TARA PENTRU ABULARE DECIZIE UZURA SCULA SI RETALDUNARE (DIN NC)
0345	R E020	ANULARE DECIZIE MICROINTUPI SCULA 3
0346	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0347	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0348	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0349	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0350	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0351	LN04	OPERATIE DE COMPARARE PE TAMPUL PRELUCRATI CU SCULA 3 IN VEDEREA
0352	M059	LIMITE DECIZIEI DE SCULA RUPIA (FAXIT) CU 2 FAXI-SCULA 3)
0353	S0032	MASURA FAXIT) SCULA 3
0354	M074	MASURA 2 FAXI SCULA 3
0355	M085	SESIZARE FAXIT) > 2 FAXI SCULA 3
0356	M081	SESIZARE FAXIT) < 2 FAXI SCULA 3
0357	TMPI	LANSAPI TEMPORIZARE DACA FAXIT) > 2 FAXI (M080=1)
0358	M080	DACA AGESIA INSTRUCIUNEF NI SI INDEPLINESC, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0359	M020	PRESELICTARE TEMPORIZARE TI DEFINITA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE
0360	M082	INTERMEDIIAR PENTRU TEMPORIZARE TI
0361	M082	SESIZARE TEMPINARE TEMPORIZARE TI
0362	I/ M082	LANSARE IMPULS DERIVATIV LA TEMPINARE TEMPORIZARE TI
0363	R M083	IN VEDEREA COMPARARII CU FAXIT) PENTRU SCULA 3
0364	I M082	CU 2 FAXI IN VEDEREA LANSII DECIZIILOR DE SCULA RUPIA 3
0365	*/ M083	INTERMEDIIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV M084
0366	S M083	INTERMEDIIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV M084
0367	= M084	REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TEMPORIZARE TI PENTRU SCULA 3
0368	LN01	COMPARARE FAXIT) CU 2 FAXI PENTRU SCULA 3, DACA M084=1
0369	M084	COMPARARAREA SE FACE NUMAI PE PERIODA IMPULSULUI DERIVATIV M084
0370	S0032	MASURA PENTRU FAXIT) SCULA 3
0371	M074	MASURA 2 FAXI SCULA 3
0372	M085	SESIZARE DEPASIRE FAXIT) FATA DE 2 FAXI DURA TEMPORIZARE TI
0373	M086	SESIZARE DEPASIRE FAXIT) FATA DE 2 FAXI DURA TEMPORIZARE TI
0374	M085	DACA M085=1, SE MEMOREAZA CA TESTAREA F022 DECIZIA DE SCULA RUPIA 3
0375	S E022	SESIZARE SCULA RUPIA M083
0376	I M089	STERGEREA MEMORIETI REALIZATA DUAIA CU DURA DECIZIILOR DE SCULA RUPIA M083
0377	*/ M020	SE FACI LA SELECTAREA CONDITIUNEF PENTRU TESTAREA UZURII SI SUPREII SCULEI, PARCUM SI LA SELECTAREA FUNCTIEI
0378	R E022	ACTIUNEF PENTRU RETALDUNARE (E020=1), CARE PRESUPUNE SI INLCUCIREA SCULEI M083 RUPTE
0379	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0380	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0381	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0382	NOP	INSTRUCIUNEF MEMBRANTA
0383	I LN00	VALIDARF PROIECTIE LA SUPRFA SCULELOR
0384	*/ M091	AVANS DE LUCRU SENS + (APROPRIE PLESA SCULA 4)
0385	*/ M092	AVANS DE LUCRU SENS - (DIFERENTE PLESA SCULA 4)
0386	= M093	CONDITII EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRFA SCULEI 4
0387	LN04	COMPARARE FAXIT) CU VALOAREA DE PRAG PENTRU SCULA 4 (SESIZARE ATINGERE SCULA 4)

0388	0093	SE EXECUTA DACA M09=1 IN CAZ CONTRAR SE EXECUTA INSTRUCIUNEA URMATUARE
0389	S003	MASURA PENTRU FAXTI) SCULA 4
0390	A000	VALOARE DE PRAG PENTRU SCULA 4
0391	M095	SESIZARE INTRARE SCULA 4 IN PIESA (LA DISPUSIUA VALORII DE PRAG)
0392	M096	SESIZARE NEINTRARE SCULA 4 IN PIESA
0393	TMPL	-ANSARE TEMPORIZARE 10, LA INITIAREA SCULEI 4 IN PIESA
0394	M095	(SE EXECUTA DACA M09=1)
0395	A002	PRESECTANT TEMPORIZARE T0 (IN PROGRAMUL DE INITIALIZARI)
0396	A004	INTERMEDIAR PENTRU CALCUL TEMPORIZARE T0
0397	M096	SESIZARE TERMINARE T0, DUPA INTRARE SCULA 4 IN PIESA
0398	I7	ANSARE IMPULS DERIVATIV DUPA TERMINARE TEMPORIZARE T0
0399	R	INTERMEDIAR
0400	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0401	I	PE PERIADA IMPULSUL DERIVATIV (CGA SF MS) SE
0402	•/	FACE INSCRIEREA VALORII EXISTENTE FAXTI) PENTRU SCULA 4
0403	S	ACASTA VALOARE, CONSTITUIND FAXI
0404	=	REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T0
0405	TRAD	DACA M09=1 SE INSCRIE IN CELULA A006, VALOAREA FAXI) PENTRU SCULA 4
0406	M098	DACA M09=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0407	F003	VALOARE PENTRU FAXTI) LA SCULA 4
0408	A006	VALOARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 4
0409	ITV	OPERATIE DE IMPARTIRE PENTRU CALCUL 0,25 FAXI
0410	M098	DACA M09=0 INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0411	A006	VALOARE NUMERICA EGALA CU "4"
0412	A008	VALOARE NUMERICA EGALA CU 0,25 FAXI SCULA 4
0413	A010	VALOARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI SCULA 4
0414	SIM	OPERATIE DE ADUNARE PENTRU CALCUL 1,25 FAXI SCULA 4
0415	M098	DACA M09=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0416	A006	VALOARE NUMERICA EGALA CU FAXI SCULA 4
0417	A010	VALOARE NUMERICA EGALA CU 0,25 FAXI SCULA 4
0418	M099	INTERMEDIAR CALCUL 1,25 FAXI SCULA 4
0419	A010	VALOARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI SCULA 4
0420	SIM	OPERATIE DE ADUNARE PENTRU CALCUL 2 FAXI SCULA 4
0421	M098	DACA M09=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0422	A006	VALOARE NUMERICA EGALA CU FAXI SCULA 4
0423	A006	VALOARE NUMERICA EGALA CU FAXI SCULA 4
0424	M100	INTERMEDIAR CALCUL 2 FAXI SCULA 4
0425	A010	VALOARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI SCULA 4
0426	I	CONDITII EXISTENTIA PROFILUL LA COPRINA SCULEI 4
0427	M096	SESIZARE TERMINARE T0, DUPA INTRAREA SCULEI 4 IN PIESA
0428	•/	NOV IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T0
0429	M099	CONDITII TESTARE UZURA SCULA 4
0430	COM	OPERATIE DE COMPARARE FAXTI) CU 1,25 FAXI SCULA 4
0431	M099	DACA M09=0, OPERATIA NU SE EXECUTA
0432	S003	VALOARE PENTRU FAXTI) SCULA 4
0433	A010	VALOARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI SCULA 4
0434	M101	SESIZARE FAXTI) > 1,25 FAXI SCULA 4
0435	M102	SESIZARE FAXTI) < 1,25 FAXI SCULA 4
0436	TMPL	DACA FAXTI) > 1,25 FAXI SCULA 4, SE ANSARE TEMPORIZAREA T1
0437	M101	DACA M101=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0438	A016	MASURA PENTRU TEMPORIZARE T1 SCULA 4, LA CEFINIA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE
0439	A010	INTERMEDIAR PENTRU CALCUL TEMPORIZARE T1 LA SCULA 4
0440	M103	CONFIRMARE REALIZARE TEMPORIZARE T1 SCULA 4
0441	COM	COMPARARE FAXTI) CU 1,25 FAXI LA SCULA 4
0442	M103	DACA M103=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0443	S003	VALOARE PENTRU FAXTI)
0444	A010	VALOARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI SCULA 4
0445	M104	SESIZARE EXISTENTIA FAXTI) > 1,25 FAXI SCULA 4, DUPA TEMPORIZARE T1
0446	M105	SESIZARE NEEXISTENTIA FAXTI) < 1,25 FAXI SCULA 4, DUPA TEMPORIZARE T1
0447	IMP	INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0448	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0449	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0450	I7	ANSARE IMPULS DERIVATIV LA EXISTENTIA
0451	R	ANSARE IMPULS DERIVATIV LA EXISTENTIA
0452	I	FAXTI) > 1,25 FAXI SCULA 4, DUPA TEMPORIZARE T1
0453	•/	INTERMEDIAR

```

D454 S M106 INTERMEDAR
D455 = M107 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA EXISTENTA FAX(T) > 1,25FAXI SCULA 4, DUPA TEMPORIZARE T1
D456 I M117
D457 S E030 IMPULSUL DERIVATIV MEMOREAZA TESIRBA CARE DA DECIZIE DE MICRORUPTURI SCULA 4
D458 I M093 CONDITII EXISTENTA PROTECTIE LA RUPERE A SCULEI 4
D459 . M099 CONDITII TESTARE UZURA SCULA 4
D460 . M230 SELECTARE FUNCTIE AUXILIARA PENTRU RECALONNARE
D461 R E031 ARE CA EFECT ANULAREA DECIZIEI DE MICRORUPTURI ALE SCULEI 4
D462 CM4 COMPARARE INTRE FAX(T) SI 2 FAXI SCULA 4
D463 M099 DACA M099=9, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
D464 S0933 VALTARE PENTRU FAX(T) SCULA 4
D465 A0134 VALTARE NUMERICA FUGLA CU 2 FAXI SCULA 4
D466 M110 SESIZARE FAX(T) > 2 FAXI SCULA 4
D467 M111 SESIZARE FAX(T) < 2 FAXI SCULA 4
D468 TRP1 LANSARE TEMPORIZARE T2
D469 M110 DACA M110=9, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
D470 A0120 MARIME NUMERICA PENTRU PRESELECTARE VALTARE TEMPORIZARE T2
D471 A0112 INTERMEDAR PENTRU CALCUL TEMPORIZARE T2
D472 M112 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T2
D473 I/ M112 LANSARE IMPULS DERIVATIV DUPA TERMINARE TEMPORIZARE T2
D474 R M113 INTERMEDAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
D475 I M112 INTERMEDAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
D476 */ M113 INTERMEDAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
D477 S M113 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T2
D478 = M114 COMPARARE INTRE FAX(T) SI 2 FAXI SCULA 4
D479 CM4 DACA M114=9, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
D480 M114 MASURA PENTRU FAX(T)
D481 S0933 MASURA PENTRU 2 FAXI
D482 A0134 SESIZARE DEPASIRE FAX(T) FATA DE 2FAXI SCULA 4
D483 M115 NEDEPASIRE FAX(T) FATA DE 2 FAXI SCULA 4
D484 M116 DACA FAX(T) > 2 FAXI SE IA DECIZIA
D485 I M115 DE SCULA RUPTA 4
D486 S E032 STERGerea MEMORIEI LA DECIZIA DE SCULA 4 RUPTA
D487 I M099 SE IA LA SELECTAREA FUNCTIEI AUXILIARE PENTRU RECALONNARE,
D488 . M200 CARE PRESUPUNE SI INLOCUIREA PREALABILA A SCULEI RUPTE
D489 R E032
D490 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D491 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D492 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D493 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D494 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D495 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D496 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D497 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D498 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D499 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D500 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D501 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D502 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D503 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D504 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D505 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D506 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D507 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D508 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D509 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D510 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D511 RNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
D512 ZA STADI PROGRAM DE INITIALIZARE
D513 = M090 A MEMORIILOR SECVENTIALE TIP "M"; PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE
D514 = M091 PARCURE O SINGURA DATA LA PORNIREA PROGRAMULUI AUTOMATULUI
D515 = M092 PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE
D516 = M093 PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE
D517 = M094 PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE
D518 = M095 PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE
D519 = M096 PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE

```

0454 S M106 INTERMEDIE  
 0455 = M107 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA EXISTENTA FAXTI > 125FAXI SCULA 4, DOPA TEMPORIZARE T1  
 0456 I M107  
 0457 S ED30 IMPULSUL DERIVATIV MENDEAZA LESIREA CAPE DA DECIZIE DE MICRORUPTURI SCULA 4  
 0458 I M103 CONDITII EXISTENTA PROIECTIE LA RUPERE A SCULEI 4  
 0459 • M109 CONDITII TESTARE UZURA SCULA 4  
 0460 • M206 SEFACTARE FUNCTIE AUXILIARA PENTRU PEFALONARE  
 0461 • M206 ARE CA EFECT ANDAREA DECIZIEI DE MICRORUPTURI ALF SCULEI 4  
 0462 CNM COMPARARE INTRE FAXTI SI 2 FAXI SCULA 4  
 0463 DACU M109=0,INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0464 S1003 VALDARE PERTRU FAXTI SCULA 4  
 0465 A1004 VALDARE NUMERICA EGALACU 2 FAXI SCULA 4  
 0466 M110 SESIZARE FAXTI > 2 FAXI SCULA 4  
 0467 M111 SESIZARE FAXTI < 2 FAXI SCULA 4  
 0468 TRPI LANSARI TEMPORIZARE T2  
 0469 M110 DACU M110=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0470 A1020 MARIME NUMERICA PENTRU PRESELECARE VALDARE TEMPORIZARE T2  
 0471 A0112 INTERMEDIE PENTRU CALCUL TEMPORIZARE T2  
 0472 M112 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T2  
 0473 I/ M112 LANSARI IMPULS DERIVATIV DOPA TERMINARE TEMPORIZARE T2  
 0474 R M113 INTERMEDIE CALCUL IMPULS DERIVATIV  
 0475 I M112 INTERMEDIE CALCUL IMPULS DERIVATIV  
 0476 •/ M113 INTERMEDIE CALCUL IMPULS DERIVATIV  
 0477 S M113 INTERMEDIE CALCUL IMPULS DERIVATIV  
 0478 = M114 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T2  
 0479 CNM COMPARARE INTRE FAXTI SI 2 FAXI SCULA 4  
 0480 M114 DACU M114=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0481 S1003 MASURA PENTRU FAXTI  
 0482 A0104 MASURA PENTRU 2 FAXI  
 0483 M115 SESIZARE DEPARTE FAXTI FATA DE 2FAXI SCULA 4  
 0484 M116 NEDEPARTE FAXTI FATA DE 2 FAXI SCULA 4  
 0485 I M116 DACU FAXTI > 2 FAXI SI LA DECIZIA  
 0486 S E032 DE SCULA RUPTA 4  
 0487 I M109 STEGEREA HMONTEI LA DECIZIA DE SCULA 4 RUPTA  
 0488 • M206 SE IA LA SELECTAREA FUNCTIEI AUXILIARE PENTRU REEVALONARE  
 0489 R E032 CARE PRESUPUNE SI INCLUDEREA REALABILA A SCULEI RUPTE  
 0490 NOP INSTRUCIUNE DE OPERANTA  
 0491 NOP INSTRUCIUNE DE OPERANTA  
 0492 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0493 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0494 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0495 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0496 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0497 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0498 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0499 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0500 NOP INSTRUCIUNE DE OPERANTA  
 0501 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0502 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0503 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0504 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0505 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0506 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0507 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0508 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0509 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0510 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0511 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
 0512 ZA STAPI PROGRAM DE INITIALIZARE  
 0513 = M103 A MEMORIILOR SECVENTIALE TIP "M"; PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE  
 0514 = M101 PARCORGE O SINGURA DATA LA PORNIREA PROGRAMULUI AUTOMATIZAT  
 0515 = M102 PROGRAMABIL, PANA LA INSTRUCIUNE A E A 0752, DUPA CARE SE REIA DE LA ADRESA 0000  
 0516 = M103  
 0517 = M104  
 0518 = M105  
 0519 = M106





0058 0011 INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0059 0016 MASURA PENTRU TEMPORIZARE T1  
 0060 0018 INTERMEDIAR TEMPORIZARE T1  
 0061 0013 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T1  
 0062 0004 LA TERMINARE TEMPORIZARE T1 SE FACE COMPARAREA SUND (FAKT1), CU ADI2  
 0063 0013 (L\*25 FAX1) SCULA 1  
 0064 0000 MASURA FAX1) SCULA 1  
 0065 0012 MASURA 1\*25 FAX1 SCULA 1  
 0066 0014 SESIZARE FAX1) > 1\*25 FAX1 DUPA TEMPORIZAREA T1 SCULA 1  
 0067 0015 SESIZARE FAX1) < 1\*25 FAX1 DUPA TEMPORIZAREA T1 SCULA 1  
 0068 0014 LAUSARE IMPULS DERIVATIV DACA DUPA TEMPORIZARE T1  
 0069 0016 FAX1) > 1\*25 FAX1, IN VERDER, DECIZIEI DE  
 0070 0014 MICROPROIURI LA SCULA 1  
 0071 0016 INTERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV M017  
 0072 0016 INTERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV M017  
 0073 0017 REZULTAT IMPULS DERIVATIV DUPA TERMINARE TEMPORIZARE T1  
 0074 0017 IN CAZUL EXISTENTEI SEMNALULUI A LOGIC PENTRU SFARMALUL  
 0075 0000 DE MICROPROIURI SCULA 1  
 0076 0003 CONDITII EXISTENTIA PROTECIEI LA OPERAREA SCULEI 1  
 0077 0009 CONDITII TESTARE UZURA SCULA 1  
 0078 0000 SELECTARE FUNCTIE AUXILIARA PENTRU ANULARE DECIZIE UZURA SCULA SI REEVALUARE  
 0079 0000 ANULARE DECIZIE MICROPROIURI SCULA 1  
 0080 0000 DEGRATIE DE COMPARARE PE TIPUL PREDUCRANTII CU SCULA 1 IN VERDEREA  
 0081 0009 LUARII DECIZIEI DE SCULA PUBLI (FAKT1), CU 2 FAX 1 - SCULA 1)  
 0082 0000 MASURA FAX1) SCULA 1  
 0083 0014 MASURA FAX1) SCULA 1  
 0084 0020 MASURA FAX1) SCULA 1  
 0085 0021 SESIZARE FAX1) > 2FAX1 SCULA 1  
 0086 0020 SESIZARE FAX1) < 2FAX1 SCULA 1  
 0087 0020 LAUSARE TEMPORIZARE DACA FAX1) > 2FAX1, M020=1,  
 0088 0020 PRESELECIAI TEMPORIZARE T2 (DEFINITA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE)  
 0089 0022 INTERMEDIAR PENTRU TEMPORIZARE T2  
 0090 0022 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T2  
 0091 0022 LAUSARE IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T2  
 0092 0023 IN VERDEREA COMPARARII LOI FAX1) PENTRU SCULA 1  
 0093 0023 CU FAX1 , IN VERDEREA LUARII DECIZIEI DE SCULA RUPTA 1  
 0094 0023 INTERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV  
 0095 0023 INTERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV  
 0096 0024 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TEMPORIZARE T2  
 0097 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0098 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0099 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0100 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0101 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0102 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0103 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0104 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0105 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0106 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0107 0024 COMPARARE FAX1) CU 2FAX1 PENTRU SCULA 1 DACA M024=1,  
 0108 0000 (COMPARAREA SE FACE NUMAI PE PERIODA IMPULSULUI DERIVATIV M024)  
 0109 0014 MASURA FAX1) SCULA 1  
 0110 0025 MASURA 2FAX1 SCULA 1  
 0111 0026 SESIZARE DEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAX1) DUPA T2  
 0112 0026 SESIZARE NEDEPASIRE 2FAXI DE CATRE FAX1)  
 0113 0000 SESIZARE KUPEREA SCULEI 1  
 0114 0009 TERGAREA MEMORIEI REALIZATA LA KUPEREA SCULEI SE FACE LA SELECTAREA CONDITIILOR PENTRU  
 0115 0009 REEVALUARE PENTRU REEVALUARE  
 0116 0002 SELECTAREA FUNCTIEI PENTRU REEVALUARE (M020=1), PRESUPUNE SI INLOCUIREA SCULEI RUPTE  
 0117 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0118 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0119 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0120 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0121 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0122 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0123 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA  
 0124 0000 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA

0125 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0126 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0127 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0128 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0129 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0130 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0131 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0132 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0133 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0134 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0135 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0136 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0137 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0138 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0139 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0140 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0141 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0142 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0143 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0144 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0145 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0146 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0147 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0148 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0149 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0150 NOP 1 1000 FORNIRE SCHEMA DE LOMANDA  
 0151 - 1001 VALTOARE PROFITIE LA RUBRICA SCULLUR (01N NC)  
 0152 \* M031 AVANS DE LUCRU SENS + (APROPRIERE PIESA SCULA 2)  
 0153 \* 7 M032 NOUNAVS DE LUCRU SENS - (DEFAPTARE PIESA SCULA 2)  
 0154 \* M033 CONDITII EXISTENTA PROFITIE LA RUBRICA SCULEI 2  
 0155 C09 OPERATIE DE COMPARARE A DOUA MARIMI NUMERICE, SI EFECTUEAZA NUMAI CIND  
 0156 M033 M033-1 IN CAZ CUIERAR NU SE EXECUTA  
 0157 S0001 MASURA FAXTII PENTRU SCULA 2  
 0158 A0030 VALTOARE DE PRAG PENTRU FAXTII AFERENTA SCULEI 2 PENTRU SESIZARE ATINGERE PIESA  
 0159 M035 SESIZARE REAPRIERE SCULA 2 DE PIESA  
 0160 M034 SESIZARE INTRARE SCULA 2 IN PIEASA (DEPARSIREA VALORII DE PRAG PENTRU FORTA AXIALA LA SCULA 2)  
 0161 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0162 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0163 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0164 T001 LANSARE TEMPUZARII PENTRU ETALONARE SCULA 2(DEFINIRE FAXI LA SCULA 2)  
 0165 M035 TEMPUZARILE AKE LUC NUMAI DACA M035=1, IN CAZ CONTRAR NU SE EXECUTA  
 0166 A0032 MAKING NUMERICA PENTRU PIESCOTERE TEMPUZARILE PENTRU ETALONARE EGALA CU T000.1  
 0167 A0034 MAKING NUMERICA INTERMEDIARA PENTRU TEMPUZARILE ETALONARE, SCULA 2  
 0168 M036 SESIZARE TERMINARE TEMPUZARII PENTRU ETALONARE SCULA 2  
 0169 M036 LA TERMINAREA TEMPUZARII ETALONARE SCULA 2 SE LANSEAZA UN IMPULS DERIVATIV  
 0170 M037 AL CARUI DURATA ESTE EGALA CU UN CICLU DE BAZIERE AL PROGRAMULUI (CCA 50 MS)  
 0171 M036 PE PERIODA ACESTUI IMPULS SE DETERMINA FAXI PENTRU SCULA 2  
 0172 \* 7 M037 SI SE FAC CELELALTE CALCULE AFERENTE PENTRU FAXI IN VEDEREA SESIZARII LIMITFLOR  
 0173 M037 MICROOPTIKILOR (M025FAXI) SI RUBRICA SCULEI (2FAXI), AFERENTE SCULEI 2  
 0174 M038 REZULTAT TRUBUS DERIVATIV  
 0175 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0176 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0177 T001 PE PERIODA IMPULSULI DERIVATIV (M030=1) SE FACE INSCUTEREA FORTEI AXIALE FAXTII LA  
 0178 M038 TEMINAREA TEMPUZARII 10 IN CELULA DE MEMORIE NUMERICA A0035  
 0179 M0001 MASURA PENTRU FAXTII LA SCULA 2  
 0180 A0036 CELULA PENTRU MEMORARE FAXI PENTRU SCULA 2  
 0181 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0182 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0183 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0184 NOP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0185 DTV OPERATIE DE IMPARTIRE INIRE A0035 SI A0008, REZULTATUL IN A0040, OPERATIE  
 0186 M030 CARI SE EXECUTA NUMAI DACA M030=1  
 0187 A0036 VALTOARE MEMORATA FAXI PENTRU SCULA 2  
 0188 A0008 VALTOARE NUMERICA EGALA CU "4"  
 0189 A0040 MAKING NUMERICA EGALA CU 0.25.FAXI  
 0190 SUM OPERATIE DE ADUNARE A DOUA MARIMI NUMERICE A0036 SI A0040, REZULTATUL IN A0042  
 0191

0191 M038 CARE SE EXECUTA NUMAI DACA M038=1  
0192 M036 VALOARE MEMORATA FAXI PENTRU SCULA 2  
0193 A0040 MARTIUT NUMERICA EGALA CU 0,25 FAXI PENTRU SCULA 2  
0194 M039 INTERMEDIIAR PENTRU OPERATIA DE ADUNARE  
0195 A0042 VALOARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI PENTRU SCULA 2  
0196 S004 OPERATIE DE ADUNARE A DOUA MARIMI NUMERICE A0036 SI A0040,REZULTATUL IN A0044 , CARE  
0197 M038 SE EXECUTA NUMAI DACA M038=1  
0198 A0036 VALOARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 2  
0199 A0036 VALOARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 2  
0200 M040 INTERMEDIIAR PENTRU OPERATIA DE ADUNARE  
0201 A0044 VALOARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI PENTRU SCULA 2  
0202 I M033 CONDITII EXISTENTA PROTECTIE LA SUPERTA SCULEI 2  
0203 M036 SESTZARE TERMINARE TEMPORIZARE ETALONARE SCULA 2  
0204 M038 NEEXISTENTA IMPULS DERIVATIV M038  
0205 M039 CONDITIE TESTARE UZURA SCULA 2  
0206 M039 CURA DETERMINARE FAXI PENTRU SCULA 2 SE FACE TESTAREA FAXI) CU 1,25 FAXI DACA  
0207 M039 M039=1, PENTRU DETERMINAREA MICRORUPTURII DR SCULEI 2  
0208 S001 MASURA FAXI) SCULA 2  
0209 A0042 MASURA 1,25 FAXI SCULA 2  
0210 M041 DERIVARE FAXI) > 1,25 FAXI SCULA 2  
0211 M042 DEFERIVARE FAXI) < 1,25 FAXI SCULA 2  
0212 T001 TEMPORIZARE IN CAZUL CURU FAXI) > 1,25 FAXI, IN CAZ CONTRAR (TEMPORIZARE T1)  
0213 M041 INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
0214 A0016 MASURA PENTRU TEMPORIZARE T1  
0215 A0048 INTERMEDIIAR PENTRU TEMPORIZARE T1  
0216 M043 SESTZARE TERMINARE TEMPORIZARE T1  
0217 C004 LA TERMINARE TEMPORIZARE T1 SE FACE COMPARAREA S0001 (FAXI1),CU A0042  
0218 M043 (1,25 FAXI - SCULA 2)  
0219 S001 MASURA FAXI) SCULA 2  
0220 A0042 MASURA 1,25 FAXI SCULA 2  
0221 M044 SESTZARE FAXI) > 1,25 FAXI DUPA TEMPORIZARE T1 SCULA 2  
0222 M045 SESTZARE FAXI) < 1,25 FAXI DUPA TEMPORIZARE T1 SCULA 2  
0223 I M044 LANSARE IMPULS DERIVATIV , DACA DUPA TEMPORIZARE T1  
0224 R M046 FAXI) > 1,25 FAXI IN VERDEREA DECIZIIEI DE MICRORUPTURI SCULA 2  
0225 I M044  
0226 M046 INTERMEDIIAR IMPULS DERIVATIV  
0227 S M046 INTERMEDIIAR IMPULS DERIVATIV  
0228 M047 REZULTAT IMPULS DERIVATIV DUPA TEMPORIZARE T1  
0229 I M047 IN CAZUL EXISTENIEI SEMNALULUI M047 LOGIC PENTRU SEMNALUL M047 SE IA DECIZIA  
0230 S E01A DE MICRORUPTURI SCULA 2  
0231 I M033 CONDITII EXISTENTA PROTECTIE LA SUPERTA SCULEI NR\*2  
0232 M039 SELECTARE HUNGIE AUXILIARA PENTRU ANULARE DECIZIE UZURA SCULA SI REETALONARE  
0233 M039 ANULARE DECIZIE MICRORUPTURI SCULA 2  
0234 K E01A OPERATIE DE COMPARARE PE TIMPUL PRELUCRARI CU SCULA 2 IN VERDEREA  
0235 C004 CURA DETERMINARE FAXI) PENTRU SCULA 2 SE FACE TESTAREA FAXI) CU 1,25 FAXI  
0236 M039 M039=1, PENTRU DETERMINAREA MICRORUPTURII DR SCULEI 2  
0237 S001 MASURA FAXI) SCULA 2  
0238 A0044 MASURA 2 FAXI SCULA 2  
0239 M039 SESTZARE FAXI) > 2 FAXI SCULA 2  
0240 M039 SESTZARE FAXI) < 2 FAXI SCULA 2  
0241 T001 LANSARE TEMPORIZARE DACA FAXI) > 2 FAXI DACA M039=1,  
0242 M036 IN CAZ CONTRAR INSISTENTIA NU SE EXECUTA (TEMPORIZARE T2)  
0243 A0020 PRESELECTARE TEMPORIZARE T2 DEFINITA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE)  
0244 A0052 INTERMEDIIAR PENTRU TEMPORIZARE T2  
0245 M052 SESTZARE TERMINARE TEMPORIZARE T2  
0246 I M052 LANSARE IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T2 IN VERDEREA COMPARARI  
0247 R M053 LAI FAXI) PENTRU SCULA 2 CU 2 FAXI  
0248 I M052 IN VERDEREA LUARII DECIZIIEI DE SCULA KUPTA 2  
0249 M053 INTERMEDIIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV  
0250 S M053 INTERMEDIIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV  
0251 M054 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TEMPORIZARE T2  
0252 M054 COMPARARE FAXI) CU 2 FAXI PENTRU SCULA 2, DACA M054=1  
0253 S001 (COMPARAREA SE FACE NUMAI PE PERIODA IMPULSULUI DERIVATIV M054)  
0254 A0044 MASURA FAXI) SCULA 2  
0255 M055 MASURA 2 FAXI SCULA 2  
SESTZARE DERIVARE 2 FAXI DE CATRE FAXI) DUPA T2

```

0256 M056 SESIZARE NEDEPASIRE 2 FAXI DE CAIRE FAXIT) LA SCULA 2
0257 M055 DACA FAXIT) DEPASESTE 2 FAXI SE MEMORFAZA IESIREA E012 CARE
0258 S E012 SESIZAREA SUPERTA SCULEI 2
0259 I M039 STERGAREA MEMORIEI REALIZATA LA SUPEREA SCULEI SE FACE LA SE-ECTAREA
0260 M200 CONDITIIOR: PENTRU TESTAREA UZURII SI RUPENII SCULEI 2, PREGUI SI LA
0261 K E012 FUNCTIEI AUXILIARE PENTRU REEALONARE. SELECTAREA FUNCTIEI AUXILIARE PENTRU REEALONARE PRESUPUNE
0262 INCLUZUREA SCULEI KUPTE
0263 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA
0264 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA
0265 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA
0266 I I000 PORNIRE SCHEMA DE COMANDA
0267 I I001 VALDARE PROTECTIE LA SUPEREA SCULELOR (OIN NC)
0268 M051 AVANS DE LUCRU SENS + (APROPRIERE PIESA SCULA 3)
0269 M052 CONAVANS DE LUCRU SENS - (OPERARE PIESA SCULA 3)
0270 M053 CONDITII EXISTENTIA PROTECTIE LA SUPEREA SCULEI 3
0271 C04 COMPARARE SPOO2 (FAXIT) CU ADOO) (CURIA AXIALA DE PRAG SCULA 3), OPERATIA SE
0272 M053 EXECUTA DACA M003=1, CURIAR SE EXECUTA INSTRUCIUNEA JRMATDARE
0273 S0002 MASURA PENTRU FAXIT) SCULA 3
0274 A0000 VALDARE DE PRAG PENTRU CURIA AXIALA A SCULEI 3
0275 M065 SESIZARE FAXIT) > VALDARE DE PRAG (SESIZARE ATINGERE SCULA 3 DE PIESA)
0276 M064 SESIZARE FAXIT) < VALDARE DE PRAG (SESIZARE NEATINGERE SCULA 3 DE PIESA)
0277 M064 LANSARE TEMPORIZARE TO, DUPA INTRARE SCULA 3 IN PIESA
0278 M065 SE EXECUTA NUMAI DACA M005=1
0279 A0002 VALDARE NUMERICA PENTRU TEMPORIZARE TO (PROGRAMATA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE)
0280 A0004 INFERMIAR PENTRU CALCUL TEMPORIZARE IN LA SCULA 3
0281 M066 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE TO LA SCULA 3
0282 I M066 LANSARE IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE TO PE PERIODA CAREIA SE FACE
0283 R M057 DETERMINAREA LUI FAXI PENTRU SCULA 3
0284 I M066 DURATA TEMPUSULUI DERIVATIV ESTE EGALA CU DURATA UNEI BALIERI DE PROGRAM
0285 M067 ADICIA CCA 50 MS
0286 S M067 INFERMIAR PENTRU CALCUL IMPULS DERIVATIV
0287 M059 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE TO
0288 TKAD INSCRIERE FAXIT) IN CELULA A660 PENTRU MEMORARE FAXI LA SCULA 3, DACA
0289 M058 M068=1 FAXI PENTRU SCULA 3 ESTI VALDAREA LUI FAXIT) LA MOMENTUL TEMPORIZARII TO
0290 S0002 MASURA PENTRU FAXI SCULA 3
0291 A0006 OPERATIE DE IMPACTIE (SE EXECUTA DACA M068=1) INTRER A0006 SI A0008, CU REZULTAT IN A0070
0292 M058 OPERATIE DE ARE CA SCOP DETERMINAREA VALORII 1,25FAXI PENTRU SCULA 3
0293 A0066 MASURA PENTRU FAXI SCULA 3
0294 A0066 VALDARE NUMERICA EGALA CU "4"
0295 A0068 VALDARE NUMERICA EGALA CU "4"
0296 A0070 VALDARE NUMERICA EGALA CU "4"
0297 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA
0298 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA
0299 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA
0300 NNP INSTRUCIUNEF NEOPERANTA
0301 S04 INSTRUCIUNEF NEOPERANTA
0302 M058 OPERATIE DE ADUNARE (SE EXECUTA M008=1) INTRER A0065 SI A0070, REZULTATUL IN A0072
0303 A0066 DETERMINAREA VALORII 2 FAXI PENTRU SCULA 3
0304 A0070 VALDARE NUMERICA EGALA CU "25FAXI"
0305 M059 INFERMIAR PENTRU OPERATIA DE ADUNARE
0306 A0072 VALDARE NUMERICA EGALA CU 1,25FAXI SCULA 3
0307 S04 OPERATIE DE ADUNARE (SE EXECUTA DACA M008=1) PENTRU DETERMINAREA VALORII 2 FAXI LA SCULA 3
0308 M058 SE EXECUTA NUMAI DACA M008=1
0309 A0066 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 3
0310 A0066 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 3
0311 M070 INFERMIAR PENTRU OPERATIA DE ADUNARE
0312 A0074 VALDARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI PENTRU SCULA 3
0313 I M063 CONDITII EXISTENTIA PROTECTIE LA SUPEREA SCULA 3
0314 M066 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE TO, SCULA 3
0315 M068 NEEXISTENTA IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TO
0316 M059 CONDITII TESTARE UZURA SCULA 3
0317 C04 CURIA DETERMINARE FAXI SE FACE TESTAREA PENTRU FAXIT) CU 1,25FAXI DACA M069=1
0318 M059 PENTRU DETERMINAREA MIMORUPURIIOR SCULEI 3
0319 S0002 MASURA FAXIT) SCULA 3
0320 A0072 MASURA 1,25 FAXI SCULA 3
0321 M071 DETERMINARE FAXIT) > 1,25 FAXI SCULA 3

```



```

0322 0322 4077 0E7A7400E FAX11) < 1&25 FAX1 SCULA 3
0324 0324 4071 1E9P01ZEE_ IN CAZUL CIND FAX11) > 1&25*FAX1, IN CAZ CUMPARAR,(TEMPORIZAREA 1))
0325 0325 4076 MASURA PERIODI TEMPORIZARE 1) SCULA 3
0326 0326 4079 INSTRUMENTAS PERIODI TEMPORIZARE 1) SCULA 3
0327 0327 4071 SESIZARE TEMPORAR TEMPORIZARE 1) SCULA 3
0328 0328 4071 LA TEMPORIZARE TEMPORIZARE 1) SI FICE COMPARAREA SCURT (FAX11) PERIUR SCULA 3)
0329 0329 4071 CJ 4077 --(1&25 FAX1 1) PERIUR SCULA 3
0330 0330 4076 MASURA FAX11) PERIUR SCULA 3
0331 0331 4077 MASURA 1&25 FAX1 PERIUR SCULA 3
0332 0332 4074 SESIZARE FAX11) > 1&25 FAX1 PERIUR SCULA 3
0333 0333 4075 SESIZARE FAX11) < 1&25 FAX1 PERIUR SCULA 3
0334 0334 4074 CASAPI 1)PULS DEVIATIV DECA DOPRA TI TEMPORIZAREA 1)
0335 0335 4076 FAX11) > 1&25 FAX1 1) IN VEDEAREA DECIZIIL) DJ
0336 0336 4076 ATCGRUPURKI SCULA 3
0337 0337 4076 INSTRUMENTAS CALCULI TIPULS DEVIATIV 4077
0338 0338 4076 INSTRUMENTAS CALCULI TIPULS DEVIATIV 4077
0339 0339 4077 REZULTAT CALCULI TIPULS DEVIATIV DOPRA TEMPORIZAREA TI PERIUR SCULA 3
0340 0340 4077 IN CAZUL EXISTENTEL SEMALUNULI MIA LOGIC PERIUR VARIABILA 4077 SE LA DECIZIA
0341 0341 4075 DE MICTONOPTURI PERIUR SCULA 3 (SFERAL PERIUR 1)
0342 0342 4051 CINDIIT EXISTENTEL PERIURTI LA SUPERA SCULEI 3
0343 0343 4051 CINDIIT TESTARE HZURA SCULA 3
0344 0344 4059 SELECTARE FUNCTIE EXIT_TARA PERIUR ANLAGE DECIZIE UZURA SCULA SI REEALUNARE (DIN NC)
0345 0345 4020 ANIAPRI DEZIZIE MICTONOPTURI SCULA 3
0346 0346 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0347 0347 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0348 0348 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0349 0349 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0350 0350 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0351 0351 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0352 0352 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0353 0353 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0354 0354 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0355 0355 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0356 0356 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0357 0357 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0358 0358 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0359 0359 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0360 0360 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0361 0361 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0362 0362 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0363 0363 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0364 0364 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0365 0365 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0366 0366 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0367 0367 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0368 0368 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0369 0369 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0370 0370 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0371 0371 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0372 0372 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0373 0373 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0374 0374 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0375 0375 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0376 0376 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0377 0377 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0378 0378 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0379 0379 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0380 0380 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0381 0381 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0382 0382 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0383 0383 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0384 0384 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0385 0385 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0386 0386 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA
0387 0387 4076 INSTRUMENTAS COMPAREATA

```

LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)

```

1) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
2) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
3) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
4) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
5) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
6) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
7) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
8) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
9) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)
10) LA SELECTAREA FUNCTIIL) PRECUM SI LA SELECTAREA FUNCTIIL)

```

0388 \*793 SE EXECUTA DACA M998=1, IN CAL CONTINUT SE EXECUTA INSTRUCIUNEA URMAUARE  
 0389 S0003 MASURA PENTRU FAXTI) SCULA 4  
 0390 A0003 VALOARE DE PLAG PENTRU SCULA 4  
 0391 4095 SESIZARE INTARIE SCULA 4 IN PIESEA (LA DEPARTEA VALDRII DE PLAG)  
 0392 M094 SESIZARE NEINTARIE SCULA 4 IN PIESEA  
 0393 TNP1 M094 LANSAPI TEMPORIZARE T0, LA INTIAREA SCILEI 4 IN PIESEA  
 0394 M095 (SE EXECUTA DACA M095=1)  
 0395 A0002 PRESELECIIARE TEMPORIZARE T0 (IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE)  
 0396 A0004 INSTRUCIUNEA PENTRU CALCUL TEMPORIZARE T0  
 0397 M096 SESIZARE TEMPORARIE T0, DUPA INTARIE SCULA 4 IN PIESEA  
 0398 I7 M096 LANSAPI IMPULS DERIVATIV DURA TEMPORARE TEMPORIZARE T0  
 0399 R M097 INSTRUCIUNEA  
 0400 NNP INSTRUCIUNEA DE OPERATIUNEA  
 0401 I M096 PE PERIODA IMPULSULI DERIVATIV (CUA 50 MS) SE  
 0402 \*7 M097 FACE INSCRIEREA VALORII EXISTENTE FAXTI) PENTRU SCULA 4  
 0403 S M097 ACIESTA VALOARE, CUNOSTIUTIND FAXI  
 0404 = M098 REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T0  
 0405 TRAD DACA M098=1 SE INSCIEE IN CELLA A0005, VALDAREA FAXI PENTRU SCULA 4  
 0406 M098 DADA M098=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0407 S0003 VALDARE PENTRU FAXTI) LA SCULA 4  
 0408 A0006 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI PENTRU SCULA 4  
 0409 A0006 DEPARTE DE INSTRUCIUNEA PENTRU CALCUL 0,25 FAXI  
 0410 DIV DADA M098=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0411 M098 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI  
 0412 A0006 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI  
 0413 A0008 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI  
 0414 A0008 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI  
 0415 S004 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI SCULA 4  
 0416 A0006 DEPARTE DE INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0417 A0008 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI SCULA 4  
 0418 M099 INSTRUCIUNEA CALCUL 1,25 FAXI , SCULA 4  
 0419 A0102 VALDARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI SCULA 4  
 0420 S004 OPERATIE DE ADUNARE PENTRU CALCUL 2 FAXI SCULA 4  
 0421 M098 DACA M098=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0422 A0006 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI SCULA 4  
 0423 A0006 VALDARE NUMERICA EGALA CU FAXI SCULA 4  
 0424 M098 INSTRUCIUNEA CALCUL 2 FAXI SCULA 4  
 0425 A0004 VALDARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI SCULA 4  
 0426 I M093 CUNOSTIUTIND FAXI) LA OPERAREA SCULEI 4  
 0427 \* M096 SESIZARE TEMPORARIE T0, DUPA INTARIE SCULEI 4 IN PIESEA  
 0428 \*7 M098 NON IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T0  
 0429 = M099 CONDITIE TESTARE UZURA SCULA 4  
 0430 L004 OPERATIE DE COMPARARE FAXTI) CU 1,25 FAXI SCULA 4  
 0431 M099 DADA M099=0, OPERATIUNEA NU SE EXECUTA  
 0432 S0003 VALDARE PENTRU FAXTI) SCULA 4  
 0433 A0102 VALDARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI SCULA 4  
 0434 M094 SESIZARE FAXTI) > 1,25 FAXI SCULA 4  
 0435 M092 SESIZARE FAXTI) < 1,25 FAXI SCULA 4  
 0436 TNP1 DADA FAXTI) > 1,25 FAXI SCULA 4, SE LANSEAZA TEMPORIZAREA T1  
 0437 M091 DADA M091=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0438 A0016 M094 PENTRU TEMPORIZARE T1 SCULA 4, DEFINITA IN PROGRAMUL DE INITIALIZARE)  
 0439 A0104 INSTRUCIUNEA PENTRU CALCUL TEMPORIZARE T1 LA SCULA 4  
 0440 M093 COMPARARE FAXTI) CU 1,25 FAXI LA SCULA 4  
 0441 L004 COMPARARE FAXTI) CU 1,25 FAXI LA SCULA 4  
 0442 M093 DADA M093=0, INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA  
 0443 S0003 VALDARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI SCULA 4  
 0444 A0102 VALDARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI SCULA 4  
 0445 M094 SESIZARE EXISTENTA FAXTI) > 1,25 FAXI SCULA 4, DUPA TEMPORIZARE T1  
 0446 M094 SESIZARE EXISTENTA FAXTI) < 1,25 FAXI SCULA 4, DUPA TEMPORIZARE T1  
 0447 H004 INSTRUCIUNEA DE OPERATIUNEA  
 0448 NNP INSTRUCIUNEA DE OPERATIUNEA  
 0449 H004 INSTRUCIUNEA DE OPERATIUNEA  
 0450 I7 M094 LANSAPI IMPULS DERIVATIV LA EXISTENTA  
 0451 R M096 FAXTI) > 1,25 FAXI SCULA 4, DUPA TEMPORIZARE T1  
 0452 I M094 INSTRUCIUNEA  
 0453 \*7 M096 INSTRUCIUNEA

0454	S	M106	INTERMEDIAR
0455	-	M107	REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA EXISTENTIA FAXIT) > 1,25FAXI SCULA 4, DOPA TEMPORIZARE T1
0456	I	M107	
0457	S	E030	IMPULSUL DERIVATIV HEMUREAZA ILIBERA CARE DA DECIZIE DE MICRORUPTURI SCULA 4
0458	I	M093	CONDITII EXISTENTA PROTECTIE LA RUPERE A SCULEI 4
0459	I	M099	CONDITII TESTARE UZURA SCULA 4
0460	I	M239	SECTARE FUNCTIE AUXILIARA PENTRU PEFALONARE
0461	R	E035	ARE CA EFECT ANULAREA OFICIALI DE MICRORUPTURI ALE SCULEI 4
0462	CNM		COMPARARE INTR FAXIT) SI 2 FAXI SCULA 4
0463		M099	DACA M099=0,INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
0464		S0003	VALNARE PENTRU FAXIT) SCULA 4
0465		A0104	VALNARE NUMERICA FGALA CU 2 FAXI SCULA 4
0466		M110	SESIZARE FAXIT) > 2 FAXI SCULA 4
0467		M111	SESIZARE FAXIT) < 2 FAXI SCULA 4
0468		TMPL	LANSARE TEMPORIZARE T2
0469		M110	DACA M10=0, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
0470		A0020	MARIME NUMERICA PENTRU PRESELECTARE VALNARE TEMPORIZARE T2
0471		A0112	INTERMEDIAR PENTRU CALCUL TEMPORIZARE T2
0472		M112	SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T2
0473	I	M112	LANSARE IMPULS DERIVATIV DUPA TERMINARE TEMPORIZARE T2
0474	R	M113	INTERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
0475	I	M112	INTERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
0476	I	M113	INTERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
0477	S	M113	INTERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV
0478	-	M114	REZULTAT IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE T2
0479	CNM		COMPARARE INTR FAXIT) SI 2 FAXI SCULA 4
0480		M114	DACA M14=0, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
0481		S0003	VALNARA PENTRU FAXIT)
0482		A0104	VALNARA PENTRU 2 FAXI
0483		M115	SESIZARE DEPASIRE FAXIT) FATA DE 2FAXI SCULA 4
0484		M116	VEDPASIREF FAXIT) FATA DE 2 FAXI SCULA 4
0485	I	M115	DACA FAXIT) > 2 FAXI SE LA DECIZIA
0486	S	E032	DE SCULA RUPTA 4
0487	I	M099	STERGERE MEMORIEI LA DECIZIA DE SCULA 4 RUPTA
0488	I	M220	SE LA LA SELECTAREA FUNCTIEI AUXILIARE PENTRU REESTABILIRE
0489	R	E032	CARE PRESUPUNE SA INLOCUIEA PRECALDILA A SCULEI RUPTE
0490	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0491	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0492	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0493	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0494	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0495	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0496	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0497	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0498	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0499	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0500	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0501	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0502	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0503	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0504	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0505	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0506	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0507	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0508	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0509	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0510	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0511	NOP		INSTRUCTIUNE NEOPERANTA
0512	ZA		START PROGRAM DE INITIALIZARE
0513	-	M009	A MEMORIEI SECVENTIALE TIP "M" PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE
0514	-	M001	PARCURE O SINGURA DATA LA PORNIREA PROGRAMULUI AUTOMATIZAT
0515	-	M002	PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE EXECUTA LA ADRESA 0000
0516	-	M003	PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE EXECUTA LA ADRESA 0000
0517	-	M004	PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE EXECUTA LA ADRESA 0000
0518	-	M005	PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE EXECUTA LA ADRESA 0000
0519	-	M006	PROGRAMUL DE INITIALIZARE SE EXECUTA LA ADRESA 0000

0586	=	4173
0587	=	4174
0588	=	4175
0589	=	4176
0590	=	4177
0591	=	4178
0592	=	4179
0593	=	4180
0594	=	4181
0595	=	4182
0596	=	4183
0597	=	4184
0598	=	4185
0599	=	4186
0600	=	4187
0601	=	4188
0602	=	4189
0603	=	4190
0604	=	4191
0605	=	4192
0606	=	4193
0607	=	4194
0608	=	4195
0609	=	4196
0610	=	4197
0611	=	4198
0612	=	4199
0613	=	4200
0614	=	4201
0615	=	4202
0616	=	4203
0617	=	4204
0618	=	4205
0619	=	4206
0620	=	4207
0621	=	4208
0622	=	4209
0623	=	4210
0624	=	4211
0625	=	4212
0626	=	4213
0627	=	4214
0628	=	4215
0629	=	4216
0630	=	4217
0631	=	4218
0632	=	4219
0633	=	4220
0634	=	4221
0635	=	4222

STADI PROJEKSI DI INTELIGENSI DAN ANALISIS KEMERDEKAAN PRODUK  
 DE LUAR NEGARA DALAM AKTIFITAS PRODUKSI DAN DISTRIBUSI  
 CA BUDAYA DAN LAIN-LAIN BERKAITAN DENGAN







0520	=	4037
0521	=	4038
0522	=	4039
0523	=	4040
0524	=	4041
0525	=	4042
0526	=	4043
0527	=	4044
0528	=	4045
0529	=	4046
0530	=	4047
0531	=	4048
0532	=	4049
0533	=	4050
0534	=	4051
0535	=	4052
0536	=	4053
0537	=	4054
0538	=	4055
0539	=	4056
0540	=	4057
0541	=	4058
0542	=	4059
0543	=	4060
0544	=	4061
0545	=	4062
0546	=	4063
0547	=	4064
0548	=	4065
0549	=	4066
0550	=	4067
0551	=	4068
0552	=	4069
0553	=	4070
0554	=	4071
0555	=	4072
0556	=	4073
0557	=	4074
0558	=	4075
0559	=	4076
0560	=	4077
0561	=	4078
0562	=	4079
0563	=	4080
0564	=	4081
0565	=	4082
0566	=	4083
0567	=	4084
0568	=	4085
0569	=	4086
0570	=	4087
0571	=	4088
0572	=	4089
0573	=	4090
0574	=	4091
0575	=	4092
0576	=	4093
0577	=	4094
0578	=	4095
0579	=	4096
0580	=	4097
0581	=	4098
0582	=	4099
0583	=	4100
0584	=	4101
0585	=	4102

PROGRAM PENTRU SUPRAVECHIREA UZURII SI RUPERII  
SCHELEI DE LA CENTRUL DE PROIECTARE VERICALIA  
CPV-2, REALIZAT PRIN AUTOMATUL PROGRAMABIL AP117

ADRESA OPERATIA PARANFIU SIMTECALIA

0000	+	M000	PORTUL SCHEI DE LUMINA
0001	+	M000	VALIDARE PROIECTIE LA SUPRA SCULA
0002	+	M001	AVANS DE LUCRU SENS + (CAPRIARE PIESA)
0003	+	M002	AVANS DE LUCRU SENS - (DEPARARE PIESA)
0004	+	M003	CONFIRMARE SCHEI SCULA DE LA MAGAZIN LA AXII PRINCIPAL
0005	+	M004	CONFIRMARE SCHEI SCULA SELECTATA SI CEA RAZITIMATA LA MAGAZINUL DE SCULE
0006	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0007	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0008	+	M006	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 4 (PERECHE F4,S1)
0009	+	M006	SELECTARE SCULA 1 (FUGITIE AUXILIARA T01), DIN NC
0010	+	M006	SELECTARE PERECHE TITELIST, DIN NC
0011	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0012	+	M005	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 2 (PERECHE F2,S2)
0013	+	M001	SELECTARE SCULA 2 (FUGITIE AUXILIARA T02) DIN NC
0014	+	M001	SELECTARE PERECHE T2, F2, S2 DIN NC
0015	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0016	+	M002	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 3 (PERECHE F3,S3)
0017	+	M002	SELECTARE SCULA 3 (FUGITIE AUXILIARA T03) DIN NC
0018	+	M002	SELECTARE PERECHE T3, F3, S3 DIN NC
0019	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0020	+	M003	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 4 (PERECHE F4,S4)
0021	+	M003	SELECTARE SCULA 4 (FUGITIE AUXILIARA T04) DIN NC
0022	+	M003	SELECTARE PERECHE T4, F4, S4 DIN NC
0023	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0024	+	M004	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 5 (PERECHE F5,S5)
0025	+	M004	SELECTARE SCULA 5 (FUGITIE AUXILIARA T05) DIN NC
0026	+	M004	SELECTARE PERECHE T5, F5, S5 DIN NC
0027	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0028	+	M005	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 5 (PERECHE F5,S5)
0029	+	M005	SELECTARE SCULA 6 (FUGITIE AUXILIARA T06) DIN NC
0030	+	M005	SELECTARE PERECHE T6, F6, S6 DIN NC
0031	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0032	+	M006	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 7 (PERECHE F7,S7)
0033	+	M006	SELECTARE SCULA 7 (FUGITIE AUXILIARA T07) DIN NC
0034	+	M006	SELECTARE PERECHE T7, F7, S7 DIN NC
0035	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0036	+	M007	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 9 (PERECHE F9,S9)
0037	+	M007	SELECTARE SCULA 8 (FUGITIE AUXILIARA T08) DIN NC
0038	+	M007	SELECTARE PERECHE T8, F8, S8 DIN NC
0039	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0040	+	M008	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 9 (PERECHE F9,S9)
0041	+	M008	SELECTARE SCULA 9 (FUGITIE AUXILIARA T09) DIN NC
0042	+	M008	SELECTARE PERECHE T9, F9, S9 DIN NC
0043	+	M005	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0044	+	M009	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 10 (PERECHE F10,S10)
0045	+	M009	SELECTARE SCULA 10 (FUGITIE AUXILIARA T10) DIN NC
0046	+	M009	SELECTARE PERECHE T10, F10, S10 DIN NC
0047	+	M009	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0048	+	M009	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 10 (PERECHE F10,S10)
0049	+	M009	SELECTARE SCULA 10 (FUGITIE AUXILIARA T10) DIN NC
0050	+	M009	SELECTARE PERECHE T10, F10, S10 DIN NC
0051	+	M009	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0052	+	M009	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 10 (PERECHE F10,S10)
0053	+	M009	SELECTARE SCULA 10 (FUGITIE AUXILIARA T10) DIN NC
0054	+	M009	SELECTARE PERECHE T10, F10, S10 DIN NC
0055	+	M009	CONDITII GENERALE PENTRU EXISTENTA PROIECTIE LA SUPRA SCULE-UR
0056	+	M009	SELECTARE AVANS (F1) SI PUTERE AX PRINCIPAL (S1) PENTRU SCULA 10 (PERECHE F10,S10)

0057	+	M10b	SELECTARE PERECHE 19/F9157 DIN NC
0058	+	M107	SELECTARE PERECHE 19/F9158 DIN NC
0059	+	M108	SELECTARE PERECHE 19/F9159 DIN NC
0060	+	M109	SELECTARE PERECHE 19/F9159 DIN NC
0061	=	M110	CONDITII GENERALE PENTRU SELECTARE PROIECTIE LA RUPERE SCULA
0062	NOP		INSTRUCTIUNE NEDEPRANTA
0063	NOP		INSTRUCTIUNE NEDEPRANTA
0064	NOP		INSTRUCTIUNE NEDEPRANTA
0065	NOP		INSTRUCTIUNE NEDEPRANTA
0066	COM		OPERATIE DE COMPARARE A 2 MARIMI NUMERICE (SE REALIZEAZA DACA M110=1)
0067		M110	CONDITII GENERALE PENTRU SELECTARE PROIECTIE LA RUPERE SCULA
0068		S0000	MARIME NUMERICA EGALA CU VALOAREA DE PRAZ PENTRU FAKTI)
0069		A0000	MARIME NUMERICA EGALA CU VALOAREA DE PRAZ PENTRU FAKTI)
0070		M121	SESTIARF S000 > A0000 (SCULA NU ESTE IN PIESA)
0071		M122	SESTIARF S000 < = A0000 (SCULA NU ESTE IN PIESA)
0072	TNPI	M121	TEMPORIZARE NUMERICA (SI REALIZEAZA DACA M121=1)
0073		M121	SESTIARF INTRARF SCULA TN PLSA
0074		A0002	VALOARE NUMERICA EGALA CU 10/0,1
0075		A0004	VALOARE NUMERICA INTERMEDIARA PENTRU TEMPORIZARE
0076		M123	CONFIRMARE TERMINARE TEMPORIZARE TO, DUPA INTRARE SCULA IN PIESA
0077	NOP		INSTRUCTIUNE NEDEPRANTA
0078	NOP		INSTRUCTIUNE NEDEPRANTA
0079	/	M123	CONFIRMARE TEMINARE TEMPORIZARE TO, DUPA INTRARE SCULA IN PIESA
0080	R	M124	INTERMEDIAR CALCUL M125
0081	*	M123	CONFIRMARE TERMINARE TEMPORIZARE TO, DUPA INTRARE SCULA IN PIESA
0082	*/	M124	INTERMEDIAR CALCUL M125
0083	S	M124	INTERMEDIAR CALCUL M125
0084	=	M125	REZULTAT IMPUS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE TO, DUPA INTRARE SCULA IN PIESA
0085	/	M125	REZULTAT IMPUS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE TO, DUPA INTRARE SCULA IN PIESA
0086	=	M126	NEGARE M125
0087	NOP		INSTRUCTIUNE NEDEPRANTA
0088	NOP		INSTRUCTIUNE NEDEPRANTA
0089	IMP	M123	SALT CONDITIUNAT, DACA M126=1, LA ADRESA 0173, A-TFEL PROGRAMUL CONTINUA NORMAL
0090	IMP	M126	LA INSTRUCTIUNEA URMATOARE
0091	IMP	0099	SALT CONDITIUNAT, DACA M126=1, LA ADRESA 0099, A-TFEL PROGRAMUL CONTINUA NORMAL
0092		M150	
0093	TRAD		TRANSFER SCULA (PAX(1)) LA MEMORIA A012, DACA M100=1, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
0094		M100	INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
0095		S0000	VALOARE NUMERICA PENTRU FAKTI)
0096		A0012	MEMORIE PENTRU DEPOZITARE VALOARE FAXD PENTRU SCULA 1
0097	I	M100	SELECTARE PERECHI 11/F9151 DIN NC
0098	S	M150	CONFIRMARE ETALONARE SCULA 1 (M150=1)
0099	IMP	0107	SALT CONDITIUNAT, DACA M151=1, LA ADRESA 0107, A-TFEL PROGRAMUL CONTINUA NORMAL,
0100		M151	LA INSTRUCTIUNEA URMATOARE
0101	TRAD		INSCRIERE VALOARE FAXD PENTRU SCULA 2, DACA M101=1, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
0102		M101	VALOARE PENTRU FAKTI)
0103		S0000	CE-ULA PENTRU MEMORARE FAXD PENTRU SCULA 2
0104		A0014	CONDITII SELECTARE PROIECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 2)
0105	I	M101	CONDITII SELECTARE PROIECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 2)
0106	S	M151	CONFIRMARE ETALONARE SCULA 2
0107	IMP	0115	SALT LA ADRESA 0115, DACA M152=1, CONTRAR PROGRAMUL SE EXECUTA NORMAL
0108		M152	CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.3
0109	TRAD		INSCRIERE VALOARE FAXD PENTRU SCULA 3, DACA M102=1, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
0110		M102	CONDITII SELECTARE PROIECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 3)
0111		S0000	VALOARE PENTRU FAKTI)
0112		A0016	CE-ULA PENTRU MEMORARE FAXD PENTRU SCULA 3
0113	I	M102	CONDITII SELECTARE PROIECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 3)
0114	S	M152	CONFIRMARE ETALONARE SCULA 3
0115	IMP	0123	SALT LA ADRESA 0123, DACA M153=1, CONTRAR PROGRAMUL SE EXECUTA NORMAL
0116		M153	CONFIRMARE ETALONARE SCULA 4
0117	TRAD		INSCRIERE VALOARE FAXD PENTRU SCULA 4, DACA M103=1, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA
0118		M103	CONDITII SELECTARE PROIECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 4)
0119		S0000	VALOARE PENTRU FAKTI)
0120		A0018	CE-ULA PENTRU MEMORARE FAXD PENTRU SCULA 4
0121	I	M103	CONDITII SELECTARE PROIECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 4)
0122	S	M153	CONFIRMARE ETALONARE SCULA 4

```

0123 IMP 0131 SALT LA ADRESA 0131, DACA M154=1, CONTRAR PROGRAMUL SE EXECUTA NORMAL
0124 M154 CONFIRMARE ETALONARE SCULA 5
0125 TRAD VALOARE VALOARE FAXU PENTRU SCULA 5, DACA M134=1, CONTRAR INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0126 SC000 CONDIITII SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 5)
0127 SC020 VALOARE PENTRU FAXU)
0128 SC020 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA 5
0129 I M124 CONDIITII SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 5)
0130 S M154 CONFIRMARE ETALONARE SCULA 5
0131 IMP 0139 SALT LA ADRESA 0139, DACA M155=1, CONTRAR PROGRAMUL SE EXECUTA NORMAL
0132 IMP 0139 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.6
0133 TRAD VALOARE VALOARE FAXU PENTRU SCULA 6, DACA M129=1, CONTRAR INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0134 M135 CONDIITII SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 6)
0135 SC020 VALOARE PENTRU FAXU)
0136 SC022 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA 6
0137 I M135 CONDIITII SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 6)
0138 S M155 CONFIRMARE ETALONARE SCULA 6
0139 IMP 0147 SALT LA ADRESA 0147, DACA M156=1, CONTRAR PROGRAMUL SE EXECUTA NORMAL
0140 M156 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.7
0141 TRAD VALOARE VALOARE FAXU PENTRU SCULA 7, DACA M126=1, CONTRAR INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0142 M136 CONDIITII SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA NR.7)
0143 SC000 VALOARE PENTRU FAXU)
0144 SC024 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.7
0145 I M136 CONDIITII SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA NR.7)
0146 S M156 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.7
0147 IMP 0157 SALT LA ADRESA 0157, DACA M157=1, CONTRAR PROGRAMUL SE EXECUTA NORMAL
0148 M157 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.8
0149 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0150 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0151 TRAD VALOARE VALOARE FAXU PENTRU SCULA 8, DACA M127=1, CONTRAR INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0152 M137 CONDIITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 8)
0153 SC000 VALOARE PENTRU FAXU)
0154 SC026 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.8
0155 I M137 CONDIITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 8)
0156 S M157 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.8
0157 IMP 0155 SALT LA ADRESA 0155, DACA M158=1, CONTRAR INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0158 M158 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.9
0159 TRAD VALOARE VALOARE FAXU PENTRU SCULA 9, DACA M128=1, CONTRAR INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0160 M138 CONDIITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA NR.9)
0161 SC000 VALOARE PENTRU FAXU)
0162 SC028 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.9
0163 I M138 CONDIITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA NR.9)
0164 S M158 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.9
0165 IMP 0173 SALT LA ADRESA 0173, DACA M159=1, CONTRAR PROGRAMUL SE EXECUTA NORMAL
0166 M159 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.10
0167 TRAD VALOARE VALOARE FAXU PENTRU SCULA 10, DACA M129=1, CONTRAR INSTRUCIUNEA NU SE EXECUTA
0168 M139 CONDIITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA NR.10)
0169 SC000 VALOARE PENTRU FAXU)
0170 SC030 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.10
0171 I M139 CONDIITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA NR.10)
0172 S M159 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.10
0173 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0174 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0175 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA
0176 I M133 CONDIITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 11)
0177 S M156 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.11
0178 = M125 INSTRUCIUNE DE TRASEARE SF EXECUTA DACA M122=1) CONDIITII PENTRU SCULA 11)
0179 TRAD VALOARE VALOARE FAXU LA SCULA SELECATA
0180 M120 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.11
0181 SC012 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.11
0182 SC040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECATA
0183 I M131 CONDIITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCULELOR (PENTRU SCULA 2)
0184 S M151 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.2
0185 = M122 CONDIITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECATA
0186 TRAD DACA M120=1 I ADU14 -> ADU40
0187 M129 CONDIITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECATA
0188 SC014 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.2

```



0189 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0190 I M122 CONDITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 3)  
0191 \* M152 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.3  
0192 - M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0193 TRAD DACA M120=1; A0016 -> A0040  
0194 M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0195 A0016 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.3  
0196 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0197 I M103 CONDITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 4)  
0198 \* M153 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.4  
0199 - M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0200 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
0201 TRAD DACA M120=1; A0018 -> A0040  
0202 M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0203 A0018 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.4  
0204 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0205 I M104 CONDITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA NR.5)  
0206 \* M154 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.5  
0207 - M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0208 TRAD DACA M120=1; A0020 -> A0040  
0209 M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0210 A0020 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.5  
0211 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0212 I M105 CONDITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA NR.6)  
0213 \* M155 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.6  
0214 - M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0215 TRAD DACA M120=1; A0022 -> A0040  
0216 M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0217 A0022 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.6  
0218 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0219 I M106 CONDITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA NR.7)  
0220 \* M156 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.7  
0221 - M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0222 TRAD DACA M120=1; A0024 -> A0040  
0223 M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0224 A0024 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.7  
0225 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0226 I M107 CONDITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA NR.8)  
0227 \* M157 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.8  
0228 - M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0229 TRAD DACA M120=1; A0026 -> A0040  
0230 M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0231 A0026 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.8  
0232 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0233 I M108 CONDITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA NR.9)  
0234 \* M159 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.9  
0235 - M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0236 TRAD DACA M120=1; A0028 -> A0040  
0237 M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0238 A0028 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.9  
0239 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0240 I M109 CONDITII PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA NR.10)  
0241 \* M159 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.10  
0242 - M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0243 TRAD DACA M120=1; A0030 -> A0040  
0244 M120 CONDITII DETERMINARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0245 A0030 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA NR.10  
0246 A0040 CELULA PENTRU MEMORARE FAXU LA SCULA SELECTATA  
0247 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
0248 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
0249 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
0250 NOP INSTRUCIUNE NEOPERANTA  
0251 I M109 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTII LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 1)  
0252 \* M150 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.1  
0253 \* M101 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA PUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 2)  
0254 \* M151 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.2

0255 + M102 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 3)  
 0256 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.3  
 0257 + M103 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 4)  
 0258 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.4  
 0259 + M104 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 5)  
 0260 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.5  
 0261 + M105 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 6)  
 0262 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.6  
 0263 + M106 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 7)  
 0264 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.7  
 0265 + M107 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 8)  
 0266 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.8  
 0267 + M108 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 9)  
 0268 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.9  
 0269 + M109 CONDITIE PENTRU SELECTARE PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR (PENTRU SCULA 10)  
 0270 CONFIRMARE ETALONARE SCULA NR.10  
 0271 = M200 CONDITIE GENERALA PENTRU EXISTENTIA PROTECTIE LA RUPEREA SCUELOR  
 0272 INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0273 INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0274 INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0275 INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0276 NNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0277 L0M OPERATIE DE COMPARARE FAX(I) CU 2 VALOARE DE PRAG A0099 DACA M203=1, CONTRAR  
 0278 INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA  
 0279 S0000 MASUKA PENTRU FAX(I)  
 0280 VALOARE DE PRAG A0099 PENTRU FAX(I)  
 0281 SESIZARE FAX(I) > VALOARE DE PRAG FAX(I)  
 0282 SESIZARE FAX(I) < VALOARE DE PRAG FAX(I)  
 0283 M132 DACA M131=1, LAUSARE TEMPORIZARE TU PENTRU DETERMINARE FAXI PENTRU SCULA SELECTATA,  
 0284 M131 IN CAZ CONTRAR TEMPORIZAREA NU SE EXECUTA  
 0285 A0002 MARIME NUMERICA PENTRU PRESLECTARE TU, EGALA CU TU/20,  
 0286 A0042 INFERMEDIAR (CELULA NUMERICA) PENTRU REALIZARE TEMPORITARE TU  
 0287 CONFIRMARE TERMINARE TEMPORIZARE TU  
 0288 I/ M201 CONFIRMARE TERMINARE TEMPORIZARE TU SI LAUSARE IMPULS DERIVATIV PENTRU DETERMINARE FAXI  
 0289 R M202 INFERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV DETERMINARE FAXI ( DETERMINAREA DREI AXIALE  
 0290 I M201 FAXI SE FACE NUMAI PE O PERIODA DE RALEF A PRUGA40 UI CGA 50 45)  
 0291 \* / M202 INFERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV PENTRU DETERMINARE FAXI  
 0292 S M202 INFERMEDIAR CALCUL IMPULS DERIVATIV PENTRU DETERMINARE FAXI  
 0293 = M203 REZULTAT IMPULS DERIVATIV DETERMINARE FAXI  
 0294 F040 DACA M203=1, SE DETERMINA FAXI PENTRU DETERMINAREA SORTEI AXIALE DUPA TERMINAREA  
 0295 M203 TERPORITARIU TU, IN CAZ CONTRAR, INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA  
 0296 S0000 VALOARE NUMERICA PENTRU FAX(I)  
 0297 A0044 DETERMINARE FAXI PENTRU SCULA 1  
 0298 NNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0299 NNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0300 NNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0301 DIV INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0302 M203 OPERATIE DE IMPARTIRE INTRE A0049 SI A0006 , CIUL IN CELULA A0046, DACA M203=1,  
 0303 A0040 CONTRAR INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA  
 0304 A0006 VALOARE NUMERICA EGALA CU FAXD  
 0305 A0046 VALOARE NUMERICA EGALA CU "2"  
 0306 S104 VALOARE NUMERICA EGALA CU 0.5,FAXD  
 0307 M203 OPERATIE DE ADUNARE INTRE A0046, REZULTATUL IN CELULA A0045, DACA M203=1  
 0308 A0040 CONTRAR INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA; REZULTATUL IN CELULA A0048  
 0309 A0046 VALOARE NUMERICA EGALA CU 0.5 \* FAXD  
 0310 M204 INFERMEDIAR CALCUL OPERATIE DE ADUNARE  
 0311 A0048 VALOARE NUMERICA EGALA CU 1.5,FAXD  
 0312 NNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0313 NNP INSTRUCTIUNE NEOPERANTA  
 0314 DIV OPERATIE DE IMPARTIRE INTRE A0049 SI A0008, DACA M203=1,  
 0315 A0044 CONTRAR INSTRUCTIUNEA NU SE EXECUTA; REZULTATUL IN CELULA A0050  
 0316 A0008 VALOARE NUMERICA EGALA CU FAXI  
 0317 A0008 VALOARE NUMERICA EGALA CU "4"  
 0318 A0052 VALOARE NUMERICA EGALA CU 0.25 FAXI  
 0319 S104 OPERATIE DE ADUNARE INTRE A0049 SI A0008, DACA M203=1 , IN CAZ CONTRAR INSTRUCTIUNEA  
 0320 M203 NU SE EXECUTA; REZULTATUL SE DEPUNE IN CELULA A0052

0321 A0946 VALUARE NUMERICA EGALA CU FAXI  
 0322 A0956 VALUARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI  
 0323 A0955 INSTRUMENTAR PENTRU OPERATIILE DE ADUNARE  
 0324 A0952 VALUARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI  
 0325 S019 OPERATIE DE ADUNARE INTERMEDIARA SI A0944 DACA M203=1 (REZULTATUL SE DEPURE IN  
 0326 M203 CELULA A095411 IN CAZ CONTRAR INSTRUCIUNII NU SE EXECUTA  
 0327 A0944 VALUARE NUMERICA EGALA CU FAXI  
 0328 A0944 VALUARE NUMERICA EGALA CU FAXI  
 0329 M206 INSTRUMENTAR PENTRU OPERATIILE DE ADUNARE  
 0330 A0954 VALUARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI  
 0331 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0332 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0333 I M221  
 0334 S M227  
 0335 I M200  
 0336 S M227  
 0337 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0338 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0339 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0340 C0M INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0341 M227  
 0342 S0906 CONTRAR INSTRUCIUNIIA NU SE EXECUTA  
 0343 A0952 VALUARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI  
 0344 M211  
 0345 M211  
 0346 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0347 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0348 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0349 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0350 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0351 I M212  
 0352 I M213  
 0353 I M213  
 0354 C0M INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0355 M212  
 0356 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0357 M0P INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0358 I M212  
 0359 S M213  
 0360 I M212  
 0361 I M213  
 0362 I M213  
 0363 S M214  
 0364 C0M INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0365 M214  
 0366 S0906  
 0367 A0952 VALUARE NUMERICA EGALA CU 1,25 FAXI  
 0368 M215  
 0369 M216  
 0370 I M215  
 0371 S M217  
 0372 I M226  
 0373 I M226  
 0374 S M217  
 0375 I M217  
 0376 I M217  
 0377 C0M INSTRUCIUNII DEOPERANTA  
 0378 M227  
 0379 S0906  
 0380 A0944 VALUARE NUMERICA EGALA CU 1,5 FAXI  
 0381 M221  
 0382 M222  
 0383 T0P01  
 0384 M221  
 0385 A0902  
 0386 A0952 INSTRUMENTAR PENTRU OPERATIILE LA FAXI) > 1,5 FAXI

```

0387 M223 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T3, DACA FAX(T) > 1,5.FAXD
0388 I/ M223 LANSARE IMPULS DERIVATIV LA TERMINARE TEMPORIZARE
0389 R M224 DACA FAX(T) > 1,5.FAXD (DURATA CCA 50 MS)
0390 I M223 INTERMEDIIAR
0391 S M224 INTERMEDIIAR
0392 S M224 INTERMEDIIAR
0393 = M225
0394 COM M225
0395 M225 OPERATIE DE COMPARARE (PE PERIODA IMPULSULUI DERIVATIV (M225-1) - CCA 50 MS)
0396 SDND0 VALDARE NUMERICA (FAX(T)), CU A0948 (1,5 FAXD)
0397 AD948 VALDARE NUMERICA (FAX(T))
0398 M226 SESIZARE FAX(T) > 1,5 FAXD, PE PERIODA IMPULSULUI DERIVATIV
0399 M231 SESIZARE FAX(T) < 1,5 FAXD PE PERIODA IMPULSULUI DERIVATIV
0400 NRP
0401 I M226 DACA DUPA T0 FAX(T) > 1,5 FAXD
0402 S M227 M227-1, E001-1, DIND DECIZIA DE SCULA CU UZURA AVANSATA
0403 I M200 STERGHEA MEMORARII UZURIT AVANSATE SE FACE LA SCULA SELECTATA
0404 S M220 SI LA SELECTARE REBALONARE SCULA, DATA CU SCIMBARAREA
0405 R M227 M227 TRECE IN ZERO IN CONDITIILE DE MAI SUS
0406 I M227 SESIZARE UZURA AVANSATA SCULA
0407 = E001 SESIZARE UZURA AVANSATA SCULA
0408 NRP INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0409 NRP INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0410 COM OPERATIE DE COMPARARE A LUI FAX(T) CU 2 FAXI
0411 M207 DACA M207=1, CONTRAR NU SE EXECUTA
0412 SDND0 VALDARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI
0413 AD954 VALDARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI
0414 M228 SESIZARE FAX(T) > 2 FAXI
0415 M229 SESIZARE FAX(T) <= 2 FAXI
0416 NRP INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0417 NRP INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0418 TMPL INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0419 M228 TEMPORIZARE T1 CARE SE LANSEAZA DACA FAX(T) > 2 FAXI, CONTRAR
0420 AD964 NU SE EXECUTA
0421 AD966 CELULA PENTRU CALCUL NUMERIC TEMPORIZARE T1
0422 M232 SESIZARE TERMINARE TEMPORIZARE T1
0423 COM OPERATIE DE COMPARARE A LUI FAX(T) CU 2 FAXI
0424 M232 CARE SE EXECUTA DACA M232=1, CONTRAR SALT LA INSTRUCTIUNEA URmatoare
0425 SDND0 VALDARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI
0426 AD954 VALDARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI
0427 M233 VALDARE NUMERICA EGALA CU 2 FAXI
0428 I M233 SESIZARE F XISTENTIA FAX(T) > 2 FAXI, DUPA TEMPORIZAR T1
0429 S M234 IN ACEASTA SITUATIE SE IA DECIZIA DE SCULA RUPTA
0430 I M200 ANULAREA MEMORARII SCULEI RUPTE SE FACE LA SELECTAREA SCULEI
0431 S M220 SI SELECTAREA FUNCTIEI DE REBALONARE (M220=1)
0432 R M234 IN ACEASTA SITUATIE IESIRIA E002 DEVINE IN STARE INITIA
0433 I M234 SESIZARE RUPERE SCULA
0434 M E002 SESIZARE RUPERE SCULA
0435 NRP INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0436 NRP INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0437 I M100 LA SELECTAREA UNEI SCULE SI A FUNCTIEI DE
0438 S M220 REBALONARE SE FACE ANULAREA ETALONARII
0439 R M150 SCULEI NR.1
0440 I M101
0441 S M220
0442 R M151 IDEM SCULA 2
0443 I M102
0444 S M220
0445 R M152 IDEM SCULA 3
0446 I M103
0447 S M220
0448 R M153 IDEM SCULA 4
0449 NRP INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0450 NRP INSTRUCTIUNE: NEOPERANTA
0451 I M104
0452 S M220

```

0453	R	M154	IDEM SCULA 5
0454	I	M105	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0455	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0456	R	M155	IDEM SCULA 6
0457	I	M106	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0458	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0459	R	M156	IDEM SCULA 7
0460	I	M107	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0461	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0462	R	M157	IDEM SCULA 8
0463	I	M108	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0464	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0465	R	M158	IDEM SCULA 9
0466	I	M109	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0467	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0468	R	M159	IDEM SCULA 10
0469	I	M110	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0470	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0471	R	M155	IDEM SCULA 6
0472	I	M106	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0473	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0474	R	M156	IDEM SCULA 7
0475	I	M107	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0476	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0477	R	M157	IDEM SCULA 8
0478	I	M108	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0479	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0480	R	M158	IDEM SCULA 9
0481	I	M109	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0482	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0483	R	M159	IDEM SCULA 10
0484	I	M110	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0485	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0486	R	M155	IDEM SCULA 6
0487	I	M106	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0488	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0489	R	M156	IDEM SCULA 7
0490	I	M107	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0491	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0492	R	M157	IDEM SCULA 8
0493	I	M108	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0494	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0495	R	M158	IDEM SCULA 9
0496	I	M109	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0497	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0498	R	M159	IDEM SCULA 10
0499	I	M110	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0500	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0501	R	M155	IDEM SCULA 6
0502	I	M106	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0503	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0504	R	M156	IDEM SCULA 7
0505	I	M107	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0506	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0507	R	M157	IDEM SCULA 8
0508	I	M108	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0509	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0510	R	M158	IDEM SCULA 9
0511	I	M109	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0512	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0513	R	M159	IDEM SCULA 10
0514	I	M110	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0515	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0516	R	M155	IDEM SCULA 6
0517	I	M106	INSTRUCTIONE NEOPERANTA
0518	*	M220	INSTRUCTIONE NEOPERANTA

SFIRSI PROGRAM - START LA ADRESA 0000 (TIMPUL DE BALIERE AL INSTRUCTIUNILOR 0000...0512 ESTE  
 DE CCA 5. MS. BALIEREA FIIND CONTINUA; OPEREA ACESTEI OPERESTE PROCESUL AUTOMATIZAT  
 LANSARE PROGRAM DE INITIALIZARE A MARIILOR VORSCOR DE PROGRES; LA PRIMA  
 BALIERE A PROGRAMULUI CICLARBA SE FACE LA ADRESA 1020 Dupa care toate celelalte  
 DE LA ADRESA 0000. BALIEREA PROGRAMULUI DE INITIALIZARE SE FACE D SINGURA  
 DATA LA PORTELEA FCHPAREMINDUI.



0519	0000
0520	0000
0521	0002
0522	0000
0523	0004
0524	0000
0525	0000
0526	0000
0527	0000
0528	0000
0529	0000
0530	0000
0531	0000
0532	0000
0533	0000
0534	0000
0535	0000
0536	0000
0537	0000
0538	0000
0539	0000
0540	0000
0541	0000
0542	0000
0543	0000
0544	0000
0545	0000
0546	0000
0547	0000
0548	0000
0549	0000
0550	0000
0551	0000
0552	0000
0553	0000
0554	0000
0555	0000
0556	0000
0557	0000
0558	0000
0559	0000
0560	0000
0561	0000
0562	0000
0563	0000
0564	0000
0565	0000
0566	0000
0567	0000
0568	0000
0569	0000
0570	0000
0571	0000
0572	0000
0573	0000
0574	0000
0575	0000
0576	0000
0577	0000
0578	0000
0579	0000
0580	0000
0581	0000
0582	0000
0583	0000
0584	0000

ZA  
 - 4925  
 - M320

-ANSARE PE JURNAL DE INTELIGENTA MEMORII TIPIC SI TESTIR (FI SECVENIALE) INITALIZAREA  
 FACTORUL-SE-TR STABIL - D - LOGIC.

0585	=	M101	
0586	=	M102	
0587	=	M103	
0588	=	M104	
0589	=	M105	
0590	=	M106	
0591	=	M107	
0592	=	M108	
0593	=	M109	
0594	=	M151	
0595	=	M152	
0596	=	M153	
0597	=	M154	
0598	=	M155	
0599	=	M156	
0600	=	M157	
0601	=	M158	
0602	=	M159	
0603	=	M120	
0604	=	M210	
0605	=	M131	
0606	=	M132	
0607	=	M201	
0608	=	M202	
0609	=	M203	
0610	=	M204	
0611	=	M205	
0612	=	M206	
0613	=	M207	
0614	=	M208	
0615	=	M209	
0616	=	M210	
0617	=	M211	
0618	=	M212	
0619	=	M213	
0620	=	M214	
0621	=	M215	
0622	=	M216	
0623	=	M217	
0624	=	M220	
0625	=	M221	
0626	=	M222	
0627	=	M223	
0628	=	M224	
0629	=	M225	
0630	=	M226	
0631	=	M230	
0632	=	M231	
0633	=	M227	
0634	=	M228	
0635	=	M229	
0636	=	M232	
0637	=	M233	
0638	=	M234	
0639	=	E000	
0640	=	E001	
0641	=	E002	
0642	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERAVTA	
0643	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERAVTA	
0644	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERAVTA	
0645	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERAVTA	
0646	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERAVTA	
0647	NOP	INSTRUCIUNE NEOPERAVTA	
0648	CND	SFIRSI PROGRAM INITIALIAZE, START LA ADRESA J000	
0649			
0650			

