

**MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMINTULUI  
INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VUIA" TIMISOARA  
FACULTATEA DE MECANICA AGRICOLA**

**Ing. POPA C IOH**

**CONTRIBUTII PRIVIND OPTIMIZAREA EXPLOATARII  
INSTALATIILOR DE MILS VACI.**

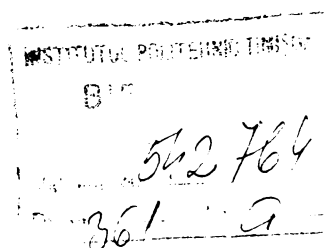
**TEZA DE DOCTORAT**

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

**Conducător științific**

**Prof.dr.doc.gt.ing. CAPROIU STEFAN**

**Timișoara 1987**





## INTRODUCERE

Desirea de cunoaștere se naște odată cu omul și se manifestă diferit, în funcție de condițiile sociale, de gradul de cultură, uneori accident, în cele mai diverse domenii ale vieții, fiind cauză eficientă a progresului. Nostalgia cunoașterii, a descoperirii mășinii ideale a însoțit întreaga istorie a științei, impulsivind pe cei lucizi și ruinind pe cei ignoranți, obținerea mășinii ideale fiind țelul pe care tehnica actuală a înțeles-o fără șovăire în programul ei, canalizând visurile în strategii naționale și realiste de micșorare a consumurilor energetice și a timpului efectiv de lucru în vederea creșterii eficienței sistemelor fizice.

Procesul de muls mecanic este realizat prin contribuția unui sistem complex: om - mașină - animal. Pentru a lucra cu eficiență maximă este necesar ca legăturile din sistem să fie corelate corespunzător în vederea realizării în final a unei productivități maxime, a unui lapte de calitate și a menținerii stării de sănătate bună a animalelor.

Obiectivul principal al acestei lucrări îl reprezintă cercetarea influenței frecvenței pulsațiilor asupra vitezei de muls, de cedare a laptelui de către vaci. În realizarea acestui obiectiv științific de o mare însemnătate practică și economică s-au făcut cercetări pe instalațiile de muls existente în exploatare, folosind pentru realizarea pulsațiilor la mașinile de muls cele două tipuri de pulsaatoare actuale: hidropneumatice și mecanopneumatice.

Asupra realizării procesului de muls mecanic acționează și contribuie o multitudine de factori: interni de natură fiziologică și externi cum sînt omul, mașina de muls prin caracteristicile ei constructive și funcționale, precum și totalitatea altor factori externi cu care animalul vine în contact direct sau indirect. Acțiunea mășinii de muls se manifestă direct asupra aparatului mamar al vacii, care privit biologic este foarte sensibil. De aceea sînt necesare cercetări intense pentru a găsi modalitățile de diminuare a efectelor negative ale mășinii de muls asupra aparatului mamar al vacii, de mărire a productivi-

tății muncii, de reducere a consumurilor energetice și de materiale.

În acest context, în procesul de muls mecanic al vacilor prin cercetările efectuate s-a urmărit micșorarea timpului necesar procesului de muls, micșorarea consumului de energie, îmbunătățirea condițiilor de muls prin înlăturarea factorilor și a elementelor care produc fenomenul de stres al vacilor, diminuarea sau excluderea influenței negative a parametrilor care produc fenomene perturbatoare asupra funcționării mașinii de muls și contribuie la îmbolnăvirea vacilor de mântă, îmbunătățirea <sup>procesului</sup> organizatoric și de exploatare al instalațiilor de muls.

Un prezentare făcută în documentele de partid, rezultă deosebit de clar rolul pe care cercetarea științifică și tehnologică îl au în creșterea productivității muncii, a calității produselor, a reducerii cheltuielilor materiale pe unitatea de produs obținută.

Un aport deosebit în asigurarea ritmurilor de dezvoltare adoptate pentru perioada viitoare [5], îl are cercetarea științifică și tehnologică. Ele trebuie orientate înspre ridicarea nivelului tehnic și calitativ al producției, creșterea în continuare a ponderii produselor cu performanțe de vîrf pe plan mondial.

Referitor la cercetarea științifică, la dezvoltarea științei [1], tovarășul N. Ceșugescu secretar general al C.C. al P.C.R. arăta: "Va trebui să asigurăm creșterea mai puternică a științei, ca factor dinamizator al progresului economic-social, dezvoltarea mai puternică a bazei energetice și de materii prime proprii, a agriculturii - ca sectoare hotărîtoare pentru făurirea societății multilaterale dezvoltate și înaintarea spre comunism.

Sot dînsul arăta că: " Obiectivul fundamental în agricultură îl reprezintă înflăcăturarea noii revoluții agrare [3], care presupune modernizarea și reorganizarea pe baza celor mai noi cuceriri ale științei și tehnicii, în vederea sporirii puternice a producției agricole vegetale și animale, a creșterii mai puternice a productivității și eficienței economice, a întregii activități din agricultură, a transformării a înseși condițiilor de muncă de viață și de gândire ale țărănimii".

În contextul ideilor clarvăzătoare referitoare la rolul cercetării științifice în agricultură și în special în zootehnie reieșite din documentele programatice ale Partidului Comunist Român [1, 2, 4, 5, 6] s-a înscădat și teza de doctorat de față, care aduce un modest, dar important și substanțial aport la îmbunătățirea mulsului mecanic al vacilor, la îmbunătățirea condițiilor de muncă ale mulgătorilor.

Cercetările au urmărit micșorarea influenței negative a mașinii de muls, care se realizează prin optimizarea acesteia, astfel ca să răspundă cât mai fidel cerințelor fiziologice ale animalului. Realizarea acestui deziderat a urmărit determinarea frecvenței pulsațiilor a mașinii de muls pentru ca aceasta să lucreze la parametri maximi, iar lucrul efectuat cu mașina să fie de așa natură încât să stimuleze factorii fiziologici ai animalului, ca să realizeze în final cedarea laptelui în timp cât mai scurt, concomitent cu crearea unei stări de confort și de menținere a sănătății vacilor.

În prezenta teză de doctorat pe baza cercetărilor și a observațiilor experimentale efectuate pe perioade de timp în cei șase ani, s-a scos în evidență că există un domeniu optim al frecvenței pulsațiilor la care se obține viteza maximă de muls, concomitent cu reducerea timpului. S-a efectuat modelarea procesului de lucru al mașinii de muls, aplicând elemente teoretice de optimizare prin folosirea în procesul de lucru al mașinii de muls a legilor cu aplicabilitate în domeniu, din hidraulică, fizică, mecanică, statistică. În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor teoretice de elaborare a relațiilor matematice care să poată permite determinarea frecvenței optime a pulsațiilor la mulsul mecanic și relațiile matematice care să poată fi folosite la calculul automat pe calculatoare electronice moderne. Se prezintă rezultatele prelucrate primar a datelor experimentale și graficele variației vitezei de muls în funcție de frecvența pulsațiilor pe loturi corespunzătoare producțiilor de lapte și a tipului de pulsator folosit.

Pentru a scoate în evidență diferențele dintre vitezele de muls la frecvența pulsațiilor considerată optimă și vitezele de muls la celelalte frecvențe ale pulsațiilor luate în studiu și recomandate de literatură s-a făcut un calcul statistic primar.

Analiza calculului statistic scote în evidență existența unor diferențe semnificative și foarte semnificative între viteza de muls realizată la frecvența considerată optimă și celelalte frecvențe.

Relațiile matematice stabilite, folosind datele experimentale obținute, au fost introduse în calculator după un program de calcul stabilit și au fost stabiliți coeficienții funcționalelor care reprezintă cel mai apropiat de real curbele variației vitezei de muls în funcție de frecvența pulsațiilor.

Toate calculele statistice și calculul automat pe calculator au scos în evidență existența unei frecvențe optime a pulsațiilor și au permis determinarea valorii acesteia pentru care viteza de muls a vacilor este maximă.

Determinarea frecvenței optime a pulsațiilor la mulsul mecanic prin calcul automat a scos în evidență că nu există diferențe semnificative între valorile obținute experimental și cele reieșite din calculul automat, ceea ce întărește afirmația și ideea existenței unei frecvențe optime.

Stabilirea frecvenței optime a pulsațiilor permite obținerea a o serie de avantaje ca:

- viteză de muls (debit) mai mare la extragerea laptelui;
- micșorarea timpului de lucru efectiv
- îmbunătățirea procesului de extragere a laptelui;
- excluderea mulsului suplimentar;
- condiții mai bune de transport a laptelui de la mamelon la bidon sau la conducta de transport lapte;
- economie de manșone elastice pentru paharele de muls;
- economie de energie electrică pentru acționarea pompei;
- economie de palete la pompa de vacuum și lubrifianti;
- păstrarea stării de sănătate a vacilor prin evitarea îmbolnăvirii de manită;
- înlăturarea stresului care apare în timpul mulsului.

Avantajele obținute prin stabilirea valorii optime a frecvenței pulsațiilor, considerăm că au un caracter revoluționar prin îmbunătățirea procesului de muls mecanic al vacilor.

Folosirea elementelor teoretice, de statistică matematică, îmbinarea și corelarea lor cu fenomenele observate și rezultatele experimentale au permis realizarea unor legături mai ste-

bile între factorii de bază ai sistemului om-mașină-animat.

Partea experimentală a prezentei teze de doctorat a fost realizată la fermele de vaci cu lapte a IAS Sînzandrei pe două tipuri de instalații de muls: instalația de muls la bidon și instalația de muls cu colectarea-transportul laptelui pe conductă.

La instalația de muls la bidon s-a efectuat o experiență "A" la care mașinile de muls au funcționat cu pulsatoare mecanopneumatice, care au fost reglate între 50 și 60 pulsații/min., prin folosirea rației cinci. Vacile la această experiență au fost împărțite în două loturi: 1A și 2A.

La instalația de muls cu colectarea și transportul laptelui pe conductă s-au efectuat trei experiențe: "B", "C" și "D". Două experiențe "B" și "C" au fost efectuate cu mașini de muls care au folosit pulsatoare hidropneumatice. Într-o experiență "D" pulsatoarele au fost reglate prin folosirea rației cinci între 45 și 70 pulsații/minut, iar în experiența "B" pulsatoarele au fost reglate între 50 și 60 pulsații/minut prin folosirea rației doi. La experiența "C" s-au folosit pentru mașinile de muls pulsatoare mecanopneumatice care au fost reglate prin folosirea rației doi și trei, între 50 și 60 pulsații/minut. La toate cele trei experiențe, vacile au fost împărțite în câte trei loturi, respectiv: loturile 1, 2 și 3, loturile 1B, 2B și 3B și loturile 1C, 2C și 3C. Reglarea pulsatoarelor s-a făcut la Centrul de Construit și Reparat Utilaje Ecotehnice din Sînzandrei și la I.M.A.I.A. Nisigoara.

Autorul mulțumește conducătorii IAS Sînzandrei și șefilor de ferme pentru sprijinul acordat în vederea efectuării experiențelor pe perioade mari de timp și cu modificările impuse, necesare, pentru încrederea acordată, receptivitatea față de noile probleme puse pentru optimizarea mulsului mecanic al vacilor și salinitudinea dovedită pe parcursul experiențelor. Mulțumesc de asemenea conducătorii Centrului de Construit și Reparat Utilaje Ecotehnice Sînzandrei și persoanelor de la I.M.A.I.A. Nisigoara care au acordat sprijin.

Autorul aduce mulțumiri profunde tovarășului prof.dr.doc. ing. Căpșoia Ștefan pentru îndrumările competente acordate.

pentru afaturile folosite date, pentru răbdarea avută și pentru timpul acordat pe parcursul realizării acestei teze de doctorat.

De asemenea autorul mulțumește tov. șef de lucr.dr.ing. Pleșca Teodor pentru îndemnul, pentru încrederea morală acordată în vederea finalizării acestei lucrări, precum și tuturor aceluia care prin îndemnuri au contribuit la ridicarea moralului subsemnatului pentru realizarea practică a acestei teze de doctorat.



LISTA DE SIMBOLURI SI UNITATI SI MARIMARI.

- $A_j$  - coeficientii funcționalelor stabilite;
- $\alpha$  - gradul (pragul) de semnificație
- $\beta_1$  - coeficient de exploatare a variației de volum a manșonului (coeficientul volumului util al manșonului);
- $d$  - diametrul conductei de transport, în m;
- $d_c$  - diametrul conductei de curgere a aerului, în m;
- $d_0$  - diametrul furtunului care leagă camerele B cu distribuitorul, în m;
- $d_{rc}$  - diametrul racordurilor colectorului, în m;
- $f_1$  - corelațiile care există între variabilele determinate experimental;
- $\eta$  - coeficient de rezistență locală
- $\eta_a$  - viscozitatea dinamică a aerului, în Pa·s sau N·s/m<sup>2</sup>;
- $E$  - modulul de elasticitate Young
- $f$  - frecvența ca variabilă independentă luate în studiu, în pulsa/min;
- $f_1$  - frecvența instantanee a pulsațiilor, în pulsa/min;
- $f_{10}$  - frecvența optimă a pulsațiilor, în pulsa/min;
- $F$  - forța care acționează pe o suprafață, în N;
- $F_0$  - forța elastică din manșon datorită reacțiunii interne;
- $\varphi$  - unghiul de poziție radială a punctului considerat, în rad;
- $\varphi$  - coeficient de debit (de umplere a secțiunii conductei);
- $\varphi_r$  - coeficient experimental de rezistență la curgerea laptelui;
- $g$  - accelerația gravitațională, în m/s<sup>2</sup>;
- $g$  - grosimea peretelui manșonului elastic, în m;
- $g$  - viteza de consum a aerului, în kg/s;
- $\Delta G$  - cantitatea de aer ce pătrunde în camera interparietală a paharului de muls pentru un ciclu de lucru, în l, (kgf);
- $G$  - greutate, în l, (kgf);
- $G$  - cantitatea de aer care trece prin camera interparietală pentru n impulsuri;

- $\delta$  - greutate specifică, în  $\text{N/m}^3$ ;
- $\delta_c$  - greutatea specifică a laptelui, în  $\text{N/m}^3$ ;
- $h$  - mărimea deprecieri (vacuumului) în conductă, în  $\text{kPa}$ ;
- $h$  - presiunea ce acționează normal pe elementul de suprafață, în  $\text{kPa}$ ;
- $h_1$  - presiunea în camera interperietală (B) în timpul acțiunii vacuumului, în  $\text{kPa}$ ;
- $h_2$  - presiunea în camera interperietală (B) în timpul acțiunii presiunii atmosferice, în  $\text{kPa}$ ;
- $h_p$  - presiunea realizată în rețea de pompa de vacuum, în  $\text{kPa}$ ;
- $i$  - indicii corespunzător înecării;
- $i$  - indice de coordonată în spațiul  $R^n$  (de colcană);
- $i_{v/f}$  - coeficientul de corelație;
- $I_g$  - moment de inerție axial, în  $\text{m}^4$ ;
- $J$  - indice de linie;
- $k$  - indice;
- $k_1$  - coeficient de proporționalitate pentru faza de evacuare a aerului;
- $k_2$  - coeficient de proporționalitate la faza de intrare a aerului;
- $k_3$  - coeficient de inerție;
- $k_4$  - coeficientul fazel care ține seama de dimensiunile canalului și viscozitatea dinamică a aerului;
- $l, l_1$  - lungimi, în  $\text{m}$ ;
- $l_0$  - lungimea furtunului care leagă camerele B de distribuitor, în  $\text{m}$ ;
- $\Delta l$  - alungirea cauciucului, în  $\text{m}$ ;
- $\lambda$  - coeficientul pierderilor uniforme distribuite pe conductele de transport aer;
- $n$  - indice;
- $\alpha$  - coeficient dat de raportul secțiunilor;
- $n_1$  - numărul parametrilor din ecuația de regresie;
- $u_{11}$  - cantitatea de lapte ce străbate secțiunea conductei în intervalul de timp, în  $\text{dm}^3$  ( $\text{kg}$ );
- $\mu$  - coeficient de debit; - coeficientul lui Poisson;
- $n$  - indice;
- $n$  - numărul de pulsații (impulsuri) care se manifestă în perioada cronometrată  $t_1$ , în puls/min.;

- $n$  - numărul vacilor din lotul considerat;
- $\nu$  - viscozitatea cinematică a gazului, a laptelui, în  $m^2/s$ ;
- $P_b$  - presiunea barometrică (atmosferică) normală, în  $kPa$ ;
- $P_h$  - presiunea absolută corespunzătoare depresiunii  $h$ , presiunea în camera interparietală după aspirația aerului din timpul fazei de aspirație, în  $kPa$ ;
- $P_{hp}$  - presiunea în camera colectorului, în  $kPa$ ;
- $P_0$  - presiunea în punctul zero (0) al racordului colectorului, în  $kPa$ ;
- $\psi_1, \psi_2$  - coeficienți variabili care țin seama de timpul de comutare la pulcator și de valoarea vacuumului în camere;
- $\omega$  - viteza unghiulară a discului pulcatorului, în  $rad/s$ ;
- $Q$  - debitul de aer consumat pe un ciclu de lucru, în  $m^3_{norm}/ciclu$ ;
- $Q_{max}$  - debitul maxim de lapte;
- $Q_{max}$  - debitul maxim de lapte de la un mamelon;
- $r$  - raza inițială a manșonului nedeformat, în  $m$ ;
- $r_m$  - raza medie a manșonului deformat, corespunzătoare înălțimii  $x$ , în  $m$ ;
- $R_a$  - constanta universală a aerului, =  $8310 J/kmol \cdot K$ ;
- $Re$  - numărul Reynolds;
- $|R^n$  - spațiul real  $n$  dimensional;
- $\rho, \rho_l$  - densitatea aerului, laptelui, în  $kg/m^3$ ;
- $S$  - sistemul de funcții;
- $S$  - suprafața reală a secțiunii prin manșon corespunzător înălțimii  $x$ ;
- $S_1, S_2$  - suprafața secțiunilor în punctul 1, respectiv în 2;
- $s$  - eroarea standard (abaterea, abaterea medie pătratică);
- $s_j$  - eroarea standard (abaterea) corespunzătoare vitezelor de muls;
- $s_{1j}$  - eroarea standard corespunzătoare coeficientului de corelație;
- $s_y$  - eroarea mijlocie a mediei;
- $s^2$  - momentul centrat de ordinul doi (dispersia sau varianța);
- $s_o^2$  - dispersia corespunzătoare frecvenței pulsațiilor optime;

- t - timpul instantaneu considerat de la o besă de pornire, în s;
- t<sub>1</sub> - intervalul de timp considerat, în s;
- t<sub>1</sub> - timpul de evacuare a aerului din camera interparietală B a paharului de muls, în s
- t<sub>2</sub> - timpul de intrare a aerului în camera B a paharului;
- t<sub>0</sub> - valorile calculate folosind testul "t";
- T - temperatura absolută termodinamică, în K;
- v - viteza de curgere a aerului prin conducte, în m/s;
- v - viteza medie de muls pe lot, în dm<sup>3</sup>/min sau kg/min;
- v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub> - vitezele corespunzătoare debitelor și secțiunilor 1 și 2;
- v<sub>ax</sub> - viteza în lungul axei centrale a laptelui pe conductă;
- v<sub>1</sub> - viteza de muls a vacii i, în dm<sup>3</sup>/s; - valorile medii ale vitezelor de muls pentru fiecare vacă corespunzătoare unei anumite frecvențe a pulsațiilor f<sub>1</sub>, în dm<sup>3</sup>/min; - viteza de muls ca variabilă dependentă;
- v<sub>1</sub> - funcția de regresie luată în studiu;
- v<sub>m</sub> - viteza medie de lapte muls, în dm<sup>3</sup>/min;
- v<sub>0</sub> - viteza optimă de transport a laptelui pe conductă, în m/s;
- v<sub>0</sub> - viteza de muls considerată optimă, corespunzătoare frecvenței optime a pulsațiilor, în dm<sup>3</sup>/min;
- V - volumul considerat, în m<sup>3</sup>; - volumul camerei considerate interparietale (B) a paharului de muls, în m<sup>3</sup>;
- V - coeficientul de variație (variabilitate);
- V<sub>a</sub> - volumul aerului în camera interparietală (B) cînd acționează presiunea atmosferică, în m<sup>3</sup>;
- V<sub>h</sub> - volumul aerului în camera interparietală (B) cînd acționează vacuumul, în m<sup>3</sup>;
- V<sub>y</sub> - volumul de aer normal evacuat dintr-un pahar la un ciclu de lucru, în m<sup>3</sup>;
- V<sub>1</sub> - volumul camerei interioare (A) a manșonului în faza de aspirație (sugere), în m<sup>3</sup>;
- V<sub>2</sub> - volumul camerei interioare (A) a manșonului în faza de compresiune (masaj), în m<sup>3</sup>;
- V<sub>y.norm</sub> - volumul de aer evacuat de la o mașină de muls, în m<sup>3</sup>/s; - valoarea instantanee a vacuumului variabil în camera B;

PARTEA a I-a.

CERCETARI ACTUALE PRIVIND INCORPORATIILE DE MULS VACI.

CAPITOLUL 1.

1. CERCETARI PRIVIND MULSUL MECANIC.

1.1. Cercetări evolutive efectuate în domeniul  
mulsului mecanic.

Recoltarea laptelui de la vaci se realizează cu un consum mare de muncă vie. Comparativ cu alte produse alimentare, consumul de muncă pentru producerea unei cantități de lapte în valoare de 1000 lei este de 2,4 ori mai mare decât cel necesar pentru producerea unui număr de ouă, reprezentând aceeași valoare, sau de opt ori mai mare decât la grâu, în aceleași condiții de comparație. Recoltarea laptelui, pe lângă consumul ridicat de muncă vie, necesită și depunerea unui efort epuizant din partea mulgătorului.

Dificultățile executării mulsului manual provoacă pe de o parte limitarea creșterii productivității și instabilitatea producătorilor în acest sector de producție, iar pe de altă parte generează boli profesionale cu urmări sociale negative.

Ideea de a crea o mașină care să efectueze mulsul vacilor, care să reducă sensibil efortul depus de om, a prins viață spre jumătatea secolului trecut, prin câteva realizări simple, dar care mai târziu au evoluat la tipuri constructive sigure și eficiente.

Primele încercări [107] s-au efectuat între 1817 și 1836, folosind pentru extragerea laptelui niște tuburi care se introduceau în sfincterul mameloanelor. Ulterior la aceste tuburi s-a adăugat un recipient suspendat. În cauza posibilităților de infecție și a debitului extrem de redus al scurgerii laptelui prin aceste tuburi, acest principiu nu a mai fost folosit.

Ideea de a mîta mulsul cu sîmă [100] a dus la realizarea unei mașini cu rulouri asimetrice, care rotite acționau prin presare din exterior asupra mameloanelor.

Încercarea de a realiza o mașină de muls care a utilizat vehiculul pentru extragerea laptelui din uger, imitînd suptul vișelului, a constituit baza de la care s-a pornit în evoluția ulterioară a mașinilor de muls, atât de răspîndite astăzi în toate

fermele zootehnice producătoare de lapte, indiferent de mirimea lor. Astfel în anul 1851, Hodges imaginează prima mașină de muls cu vacuum care îngloba cele patru afiruri într-un vas (fig.1.1). Această mașină a fost completată în anul 1860 de Colvin și Grosset cu pahare de muls - câte unul pentru fiecare mamelon - și cu pompi manuale, iar apoi a fost modernizată în anul 1895-

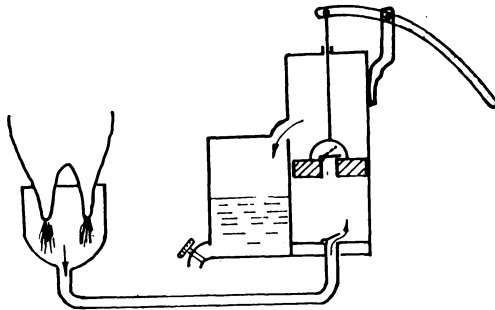


Fig.1.1. Prima mașină de muls care a folosit vacuumul pentru extragerea laptelui.

1902 de Hurchland, Schiele și Gillies cu pahare de cauciuc și cu conducte pentru vacuum, separate de cele pentru lapte. S-a ajuns astfel ca în primii ani ai secolului nostru să se realizeze mașini de muls apropiate ca principiu constructiv și funcțional de cele existente astăzi în producție.

Mașinile de muls, funcționale, execută extragerea laptelui prin reali-

zarea la nivelul sfincterului a unei depresii create cu ajutorul unei pompe de vacuum. În interiorul ugerului acționează presiunea atmosferică. Sub influența acestei diferențe de presiuni, laptele deschide sfincterul și curge în paharul de muls, iar apoi în recipientul de colectare.

Având în vedere fragilitatea structurii histologice a glandei mamare, precum și procesul fiziologic al secreției laptelui, aplicarea continuă a vacuumului este nocivă, provocând congestii și hemoragii cu consecințe negative asupra sănătății animalului și a producției acestuia [56, 100, 107].

Evitarea în timpul mulsului a producerii congestiilor și hemoragiilor a fost înlăptuită prin scoaterea mamelonului, în mod periodic, de sub acțiunea vacuumului. Mașinile de muls, folosesc astăzi principiul alternării vacuumului asupra mamelonului cu întreruperea acestei acțiuni în mod repetat, la perioade care să asigure desfășurarea normală a procesului fiziologic de secreție și cedare a laptelui, simultan cu refacerea circuitelor singelui în țesuturile ugerului care vin în contact

cu vacuumul [12, 15, 22].

În prezent utilizarea mulsului mecanic bazat pe acest principiu a luat o extindere generală. În exploatare se întâlnesc foarte multe tipuri de mașini de muls și instalații pentru executarea acestei lucrări [43], dintre care cele mai cunoscute sînt prezentate în tabelul 1.1.

Tabelul 1.1  
Cîteva tipuri de mașini de muls cu parametri lor de bază

Nr. crt.	Tipul mașinii de muls	Intensitatea vacuumului. (în kPa)	Raportul timpilor	Frecvența pulsațiilor (puls/minut)	Timpul de lucru
1	Alfa-Laval (Suedia)	43-48	3/1; 4/1 ; 3/2	44-50	doi
2	Lurgo (USA)	43-48	1/1	40-60	--
3	Manus (Suedia)	43-48	1/1	45	--
4	Mascodignos (Anglia)	43-50	3/1; 4/1	40-50	--
5	Vestfalia (USA)	43-48	1/1	40-50	--
6	Flaco (USA)	43-48	1/1	120	--
7	Mulwood (Anglia)	43-48	3/1; 4/1	40-50	--
8	Arbore (Franța)	44	3/2	44	--
9	Simplex (Anglia)	33-37	3/4; 4/1	50	--
10	Impuls (USA)	40-53	1/1	40-50	--
11	S.M.I. (USA)	50	1/1	42-115	--
12	Volga și SA-3 (URSS)	53	6/1; 3/1	60	trei
13	Maiga (SA-2) (URSS)	48-50	7/3	80	doi
14	MA-2 (URSS)	48-50	7/3	80	--
15	Donat (URSS)	48-50	1/1; 3/1 50/44	55-60	--

Mașinile de muls folosite în cadrul diferitelor tipuri de instalații asigură creșterea substanțială a productivității muncii și în același timp reducerea efortului fizic, deosebit de mare, pe care muncitorii îl depun la mulsul manual.

Ţările cu tradiție în fabricația instalațiilor de muls desfășoară o activitate științifică organizată în scopul perfecționării continue a mașinilor de muls.

Lucrările [14, 43, 101] arată că în deceniul mulsului mecanic, cercetările se desfășoară în prezent pentru atingerea

1. două scopuri:

a) - cunoașterea în amănunțime a procesului fiziologic de cedare a laptelui;

b) - perfecționarea mașinilor de muls pe baza cunoașterii în amănunțime a procesului fiziologic de cedare a laptelui, astfel ca să se obțină creșterea vitezei de mulgere și reducerea îmbolnăvirii ugerului vacilor prin utilizarea acestor mașini de muls.

Prin cercetările făcute asupra vitezei de cedare fiziologice a laptelui și a variației sale, s-a stabilit perioada în care are valorile cele mai mari ca urmare a acțiunii oxitocinei, egală cu 1-3 minute, când vaca poate ceda până la 50% din cantitatea de lapte secretat. Pînă la scara de producțiile de lapte anuale recoltate în mod curent de la vaci, s-a stabilit că viteza tehnologică de preluare a laptelui de către mașinile de muls [55, 62] trebuie să fie de circa  $3 \text{ dm}^3/\text{minut}$  (la vacile cu o producție de lapte de  $5000 \text{ dm}^3$  anual).

Vitezele vitezele medii de mulgere realizate de diferite tipuri de mașini de muls sînt în limitele  $0,9 - 1,2 \text{ dm}^3/\text{minut}$  pînă la  $1,5 - 2,2 \text{ dm}^3/\text{minut}$  și mai rar la unele exemplare care cedând laptele ușor sînt de  $2 - 2,2 \text{ dm}^3/\text{minut}$ , valori mici față de  $3 \text{ dm}^3/\text{minut}$  cît ar fi necesar.

Viteza de muls mică realizată de mașinile de muls are drept urmare preluarea anormală a mulsului și necoltarea unor cantități de lapte, relativ însemnate, de la vaci în timpul optim. Poate avea însă și două negătore unor fenomene negative ce se manifestă în domeniul sănătății vacilor prin îmbolnăvirile lor de mamită și scăderea producției de lapte [14]. După Schultze [62], valoarea pierderilor din cauza mamitei, boală provocată de acțiunea vacuorului asupra țesuturilor ugerului, cît și de acțiunea agenților patogeni care pîtrund în mamelocane datorită factorilor constructivi și a parametrilor de funcționare care depășesc valorile optime în plus sau minus, la efectivele muls mecanizat în SUA pierderile se cifrează la suma de 25 - 45 milioane dolari pe an.

Fenomenele negative apărute în domeniul sănătății vacilor ca urmare a imperfecțiunii mașinilor de muls duc la o scădere a producției de lapte cu pînă la 23%, la reformarea vacilor



înainte de încheierea normală a duratei lor de exploatare, la înrăutățirea calității laptelui.

Alți cercetători [23, 35, 64, 82] studiind în laborator și în exploatare modul de lucru al mașinilor de muls, au stabilit că valorile mici ale vitezelor de muls realizate de mașinile actuale își au originea în variațiile intenșității vacuumului în afara limitelor admisibile, în variația frecvenței, în durata relativ mare în care este întreruptă acțiunea vacuumului.

## 1.2. Cercetări de bază ale mulsului mecanic.

### 1.2.1. Cercetări fiziologice și cerințe ale mulsului mecanic.

Pentru efectuarea mulsului mecanic trebuie cunoscut mecanismul de producere și de cedare a laptelui de către vaci.

Laptele se formează în mod permanent și se acumulează în ugerul vacii. Înaintea mulsului, masa de bază a laptelui, în proporție de 80 - 90% se află în alveole sub formă de particule foarte mici. datorită stimulilor reflectari condiționați și necondiționați se face trecerea din partea alveolară în cisternele de lapte ale ugerului. Intenșitatea procesului de formare și de cedare a laptelui se apreciază după totalitatea indicilor de extragere a laptelui cum sînt: forța aplicată pentru extragerea laptelui, viteza și timpul de muls.

Eficiențata mașinilor de muls trebuie să asigure un complex de factori care țin cont de particularitățile specifice zootehnice, cit și tehnicoingineresti. În procesul mulsului cu mașina de muls se acționează pe două cîi:

a) - în primul rînd trebuie acționat asupra vacii ca să ușureze cedarea laptelui;

b) - în al doilea rînd trebuie asigurată funcționarea mașinii de muls ca să efectueze extragerea laptelui din uger.

Parametri de bază în aprecierea perfecțiunii tehnologiei mulsului cu mașina de muls și a instalației utilizate, trebuie să fie parametri de productivitate ai animalelor, consumul de muncă vie al operatorilor, productivitatea mașinilor de muls și caracterul nevăditător pentru vaci al mașinilor de muls.

Procesul de lucru al mașinii de muls trebuie să fie corelat strict cu procesul de secreție al vacii, cu procesul de formare al laptelui și cu cantitatea de lapte [48, 93].

În procesul formării, laptele se acumulează în alveole, unde presiunea în interiorul ugerului se ridică pînă la 4 kPa. În alveole, datorită unui stimul extern (suptul de către vițel, masaj, funcționarea instalației de muls) creierul transmite comanda hipofizei, care elimină în sânge oxitocina și prin sistemul circulator al sîngelui ajunge în uger. Oxitocina din uger provoacă o contractare rapidă și energică a mușchilor stelari și ca rezultat laptele din alveole trece intens în cisternele de lapte și în mamele. Cedarea laptelui constituie un răspuns al animalului la stimulul extern. În acest timp, presiunea excedentară crește în uger pînă la 5 kPa.

Impulsul de la primirea semnalului extern pînă la cedarea activă a laptelui este de aproximativ 45 s. În acest timp, trebuie să fie efectuate toate operațiunile pregătitoare asupra ugerului și pusă în funcțiune mașina de muls. Acțiunea oxitocinei și strîngerea activă a alveolelor la muls, durează doar 3 - 4 minute, iar după aceea fibrele musculare albe, are loc micșorarea canalelor în diametru și întreruperea completă a cedării laptelui.

Un primă cerință fiziologică importantă este de a forma la vacă un reflex stabil și valoros, pentru a ceda deplin laptele la mulsul cu mașina de muls. Reflexul se obține prin pregătirea corespunzătoare a ugerului și printr-o corectă organizare a muncii mulătorului.

Excitanții externi pot să stimuleze sau să împiedice cedarea laptelui. Printre factorii de stimulare pozitivă se află căldura, acțiunea fizică asupra ugerului, succesiunea strictă și uniformitatea ritmului tuturor operațiilor legate de mulsul cu mașina de muls și de atitudinea liniștită și calmă a mulătorului față de vacă [9].

Derectarea ordinii operațiilor la muls, schimbarea regimului de lucru al mașinii de muls, modificarea parametrilor mașinii de muls, prezența pe platforma de muls a unor persoane străine, gîlăgia și alți factori asemănători, enervează animalele și influențează negativ asupra procesului de cedare

a laptelui [ 57, 72, 73, 95 ] .

A doua cerință se reduce la organizarea corectă a efectuării operațiilor de pregătire, de bază și finale. Toate operațiile pregătitoare începând cu apălarea ugerului și terminând cu ategarea paharelor de muls trebuie să fie terminate nu mai târziu de un minut [ 9 ) ], până la începutul secreției active a laptelui.

Procesul cedării laptelui decurge relativ repede și mulsul vacii trebuie să fie terminat în circa 4 - 6 minute. Dinamica procesului cedării laptelui nu este constantă. La începutul mulsului viteza cedării laptelui crește repede și atinge valori maxime (fig.1.2). Pe măsura cedării laptelui, presiunea internă în ugar se micșorează și viteza de muls scade brusc.

În curba cedării laptelui se observă că cedarea ultimelor picături de lapte este legată de o mare pierdere de timp.

Pentru scurtarea timpului de muls și asigurarea mulgerii complete, se cere să efectuăm un masaj suplimentar, înainte de terminarea mulsului, cu ajutorul paharelor mașinii de muls, prin tragerea paharelor de muls în jos și înainte, concomitent cu o mișcare ușoară a ugerului.

Complexul de operații exercitate de mulgător la mulsul cu mașina este condiționat deci de fiziologia cedării laptelui. Operațiunile de muls trebuie să se efectueze ținând cont de tipul și construcția mașinii de muls sau de procedeele de organizare a mulsului la fermă. Procedura efectuării tuturor operațiilor, trebuie să fie în procesul fiecăruia muls uniformă, nu numai ca succesiune, dar și ca durată, adică trebuie respectat și menținut permanent stereotipul

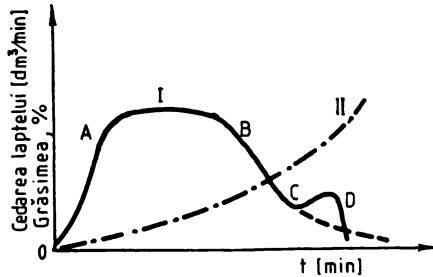


Fig.1.2. Graficul intensității cedării laptelui în procesul de mulgere: I - cedarea laptelui; II - cedarea grăsimii. A - începutul perioadei de cedare; B - perioada intensă a cedării laptelui; C - terminarea cedării intense; D - a doua inițiere a cedării cu mașina de muls.

542.764  
261 a

operațiilor mulsului vacilor cu măgins.

### 1.2.2. Cercetări care au pus bazele mecanice ale mulsului.

Cercetările efectuate în domeniul mulsului mecanic au urmărit să găsească valorile optime pentru parametrii tehnico-funcționali cei mai importanți, care influențează procesul de muls mecanic, cât și forma și măsurile optime pentru elementele constructive ale instalațiilor de muls.

Parametrii tehnico-funcționali care influențează procesul de muls sînt: valoarea intensității vacuumului, variația intensității vacuumului, frecvența pulsațiilor, durata fazei de aspirație, valoarea vacuumului sub așirc, valoarea vacuumului între pereții cilindrilor paharelor de muls [ 9, 24, 25, 26, 37, 41, 48, 49, 66, 70, 72, 73, 79, 84, 91, 95, 96, 97, 102, 103, 104 ].

Organele componente ale instalațiilor de muls asupra cărora s-au făcut cercetări sînt: pompele de vacuum, rezervorul de uniformizare a vacuumului, regulatorul de vacuum, conductele pentru vacuum și pentru lapte, materialul și secțiunile furtunelor de conducere a vacuumului spre organele de lucru ale măgini de muls, manșonul elastic de cauciuc ale paharelor de muls, forma și dimensiunile paharelor de muls, pulsoarele măginiilor de muls, colectoarele, care reies din lucrările: [ 9, 24, 31, 31, 48, 54, 58, 61, 63, 67, 83, 88, 96, 97, 102, 103, 104, 105 ].

Intensitatea vacuumului este considerată de cercetători ca fiind cel mai important parametru al mulsului [ 9, 24, 25, 26, 91, 95, 96, 97, 102, 103, 104 ]. Intensitatea vacuumului a fost cercetată la generatorul de vacuum, pe rețeaua de vacuum și de lapte, între cilindrii paharelor de muls și sub manșonul elastic. În procesul de muls se distinge valoarea nominală a vacuumului pe conducte și valoarea vacuumului de lucru la paharele de muls. Valoarea vacuumului la manșon este cea mai importantă. Cercetările au arătat că intensitatea vacuumului pentru menținerea paharului pe manșon este de 30 kPa. Se pune întrebarea cât trebuie să fie diferența de presiune în manșonul elastic pentru a se deschide canalul de lapte, care este valoarea minimă a vacuumului și care este cea maximă

manșoul elastic pentru a se deschide canalul de lapte, care este valoarea minimă a vacuumului și care este cea maximă admisă ? Valorile mari ale intensității vacuumului au influență negativă asupra mulsului final și suplimentar și asupra sănătății ugerului vacilor.

Influență mare în procesul de muls o are menținerea constantă a valorii intensității vacuumului pe toată perioada de muls mecanic.

Frecvența pulsațiilor este un parametru tot atât de important ca și intensitatea vacuumului. Cercetările dau diferite valori ale frecvenței pulsațiilor [ 9, 17, 18, 24, 41, 48, 49, 70, 72, 73, 76, 77, 90, 95, 96, 97 ]. Astfel [ 48 ], pentru diferite tipuri de mașini de muls, frecvența pulsațiilor este diferită, având valori de la 40 la 120 pulsații/minut. Autorul lucrării de față și-a pus problema de a studia influența frecvenței pulsațiilor asupra vitezei de cedare a laptelui și a găsit prin cercetările efectuate [ 70, 72, 73, 76, 77 ] că frecvența pulsațiilor are un mare rol asupra vitezei de muls, și asupra manșetei care apare la vaci, deci asupra stării de sănătate a vacilor. Cu toate că în nici o cercetare nu se arată și nu se indică valoarea optimă a pulsațiilor, din determinările efectuate de autor a reieșit că frecvența optimă a pulsațiilor este de 55 - 56 puls/min. Asupra influenței valorii frecvenței și mai ales asupra menținerii constante a acesteia, s-a primit un răspuns prin introducerea pulsatorului central mecano-pneumatic. S-a constatat că în adăposturile la care s-a introdus mulsul cu pulsator central mecano-pneumatic prin menținerea frecvenței constante la valoarea impusă inițial, manșeta s-a ameliorat, dispărând ca fenomen de masă, ea apărând datorită mulsului mecanic necorespunzător, un factor important în considerăm mulsul cu frecvență variabilă (40 la 120 puls/min). Din cele arătate se desprinde ideea stabilirii valorii optime a frecvenței pulsațiilor pentru fiecare rasă de vaci și menținerea constantă a acesteia în procesul de muls.

Durata fazei (timpului) de aspirație a laptelui de către paharele de muls este dată de construcție și funcționarea pulsatorului. Părerile asupra influenței fazei de aspirație sînt împărțite [ 96, 97, 100, 102 ]. S-a constatat că sfîrșirea fazei

de aspirație duce la accolirarea cedării laptelui. Unele observații arată că mărirea fazei de aspirație nu este valabilă decât în primele 1...3 minute. Alte observații arată că prelungirea fazei de aspirație ar avea influență negativă chiar asupra timpului total de muls. Se apreciază că o creștere a fazei de aspirație la muls peste 60% este nejustificată, iar o creștere a fazei de muls la 80% duce la creșterea mulsului suplimentar, ceea ce constituie un dezavantaj.

Valoarea vacuului sub mamelon este influențată de factori constructivi ai paharului, ai colectorului și ai furtunului pentru transport lapte [ 97, 100, 102, 103 ] : Cercetările au arătat că în cazul creșterii debitului de lapte muls, scade valoarea intensității vacuului sub mamelon. Este deci necesară găsirea unei soluții constructive a mașinii de muls care să permită menținerea constantă a valorii vacuului sub mamelon.

Valoarea vacuului între pereții cilindrului paharului de muls este funcție de valoarea nominală a vacuului și de elementele componente care concurează la transportul vacuului.

Între organele componente ale instalațiilor de muls asupra cărora s-au făcut cercetări sînt:

-Pompele de vacuum aspiră aerul din instalație pentru a asigura funcționarea mașinilor de muls și pentru a asigura rezerva de vacuum necesară fluctuațiilor care se produc. Cercetările [ 26, 48, 54, 61, 63 ] au urmărit realizarea unor pompe care să răspundă cerințelor arătate cu un consum minim de energie. Pompele de capacități mari [ 54 ] nu au răspuns cerințelor impuse de exploatare.

-Rezervorul pentru uniformizarea vacuului produs de pompe a fost analizat din punct de vedere al capacității sale volumice [ 24, 25, 26, 31 ] . Se fac încă încercări pentru stabilirea unui volum optim care să facă față perturbațiilor de vacuum produse în instalație și să asigure rezerva de vacuum necesară.

-Regulatorul de vacuum a fost construit ca să răspundă cât mai exact la menținerea constantă a intensității vacuului, fiind analizat în diferite cercetări [ 26, 67, 96, 97, 103, 104, 105 ] .

-Conductele de vacuum și de lapte s-au analizat pentru

stabilirea secțiunii ca să permită transportul aerului și al laptelui sau combinat, fără a se produce în instalație perturbații ale vacuului, în scopul de a permite mașinilor de muls o funcționare cât mai bună [ 54, 87, 88, 112, 114 ]. De aceeași considerente s-a ținut seama și la furtunile pentru vacuum și pentru lapte avându-se în vedere, în plus, deformarea acestora la acțiunea presiunii atmosferice, cât și faptul că în momentul curbării să nu-și modifice secțiunea circulară.

Organele importante ale mașinilor de muls asupra cărora s-au făcut cercetări sînt:

-Pulsatorul este considerat inima mașinii de muls. De construcția și funcționarea lui depinde și funcționarea manșonului elastic al paharului de muls. Pulsatorul realizează frecvența de funcționare a paharelor de muls, durata fazelor de acțiune asupra manșonului elastic al paharului și asupra membranei, produce de manifestarea forțelor rezultate ca urmare a alternării vacuum-presiune atmosferică, precum și modalitatea de trecere de la o fază la alta. Acestea au făcut ca atenția să fie îndreptată direct asupra pulsatoarelor sau asupra fenomenelor datorate acțiunii pulsatoarelor [ 9, 24, 41, 48, 49, 58, 71, 72, 73, 91, 95, 96, 97, 110, 112, 113 ].

-Colectorul, deși este un organ simplu, în el se întîmplă fenomene complicate, deoarece în camera sa se colectează laptele de pe cele patru recorduri și se transmite în același timp vacuumul cu viteze și direcții diferite. Analiza colectorului s-a făcut pentru a stabili capacitatea optimă și forma camerei colectoare, diametrele și raza recordurilor, modalitățile de ameliorare a turbulențelor și a vibrațiilor care se produc în interiorul colectorului.

-Manșoanele elastice ale paharelor de muls vin în contact direct cu membranele, realizînd sub acțiunea vacuumului și a presiunii atmosferice procesul de muls. Forme manșoanelor, elasticitatea, întinderea, deformarea permanentă, crăpăturile care se produc ca urmare a deformării și a îmbătrînirii materialului, comportarea în exploatare pe durate diferite de timp au fost analizate [ 25, 26, 31, 42, 43, 48, 51, 58, 61, 81, 95 ] sub toate aspectele, aducîndu-se unele îmbunătățiri. Cu toate acestea problema manșoanelor elastice rămîne deschisă cercetărilor

pentru a se aduce în continuare noi îmbunătățiri, mai ales în ceea ce privește materialul, forma, grosimea, forțele care acționează asupra lui.

### 1.3. Realizări actuale de mașini pentru mulsul mecanic.

Mașina de muls este ansamblul de organe care efectuează procesul de muls, de extragere a laptelui din ugerul și mamelonul vacilor sau oilor.

Colocirea a mai multor mașini de muls care se recoordonează la conductele de vacuum puse în legătură cu agregatul generator de vacuum se numește instalație de muls [ 56 ] .

#### 1.3.1. Tipuri de mașini de muls folosite la mulsul vacilor.

Mașinile de muls efectuează mulsul și depozitează laptele într-un bidon sau laptele este condus la o conductă de transport lapte. După modul de colectare a laptelui avem mașini de muls la bidon și mașini de muls la conductă.

După numărul fazelor de lucru ale paharelor de muls, mașinile de muls sînt cu realizarea ciclului de lucru în două faze sau în trei faze.

După modul de realizare a fazelor la paharele de muls sînt cu funcționare alternativă și cu funcționare simultană.

După pulsatorul folosit mașinile de muls sînt cu pulsator propriu (pneumatic, hidropneumatic) și cu pulsator central (mecanopneumatic, electronic).

Partea din tipurile de mașini de muls nu fost arătate în tabelul 1.1. În continuare se amintesc numai două tipuri de mașini de muls realizate în ultimii ani.

Mașina de muls de tip "Banat" se realizează în variantă cu colectarea laptelui în bidon și în variantă cu colectarea laptelui la conductă. În figura 1.3. este prezentată o mașină de muls de tip "Banat" cu colectarea laptelui în bidon și folosește pulsator central mecanopneumatic.

Vacuumul continuu de la conducta 2 se manifestă la bidon și prin furturul de lapte la colector și în interiorul mango-



mului elastic al paharului de muls, sub manelon. Vacuumul intermitent de la pulsatorul central se manifestă pe conducta 1, ajunge la amplificatorul de pulsații 3, deasupra membranei. Membrana este strasă în sus, supapa se ridică de pe scaunul recordului și vacuumul continuu se transmite la distribuitor și în camerele interparietale ale paharelor, realizându-se faza de aspirație a laptelui. În timpul umpluturii, deasupra membranei manifestându-se presiunea atmosferică, supapa închide legătura cu vacuumul continuu și permite trecerea presiunii atmosferice spre

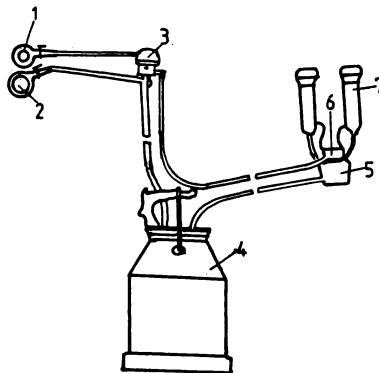


Fig.1.3. Mașina de muls tip "Emanet" cu colectarea laptelui în bidon, care folosește pulsator central necanonpneumatic: 1- conducta de cauciuc pentru transmiterea pulsațiilor; 2- conducta de vacuum continuu; 3- amplificator pulsații; 4- bidon colectare lapte; 5- colector; 6- distribuitor; 7- pahare de muls.

distribuitor și camerele interparietale, realizând faza de comprimare. Prevența este realizată de pulsatorul central. Modificarea frecvenței se realizează în mică măsură, numai prin modificarea frecvenței curentului de alimentare a motorului electric de acționare a discului pulsatorului. Modificarea frecvenței pulsațiilor se poate face și prin modificarea transmisiei de la motorul electric la arborele discului pulsatorului.

Mașina de muls în două faze 1A-2A, construită în orașul Igiș [ 56 ] în două variante: pentru muls cu strângerea laptelui în bidon (Fig.1.4. a și b) și pentru mulsul la conductă.

Pentru recordarea mașinii de muls la conductă de vacuum se folosește mineralul special 1. Mașina de muls 1A-2A se pune în funcțiune prin deschiderea supapei așezată la partea inferioară a corpului colectorului. Oprirea funcționării paharelor de muls se face prin închiderea supapei respective. Vacuumul nu se mai manifestă sub manelone și ca atare paharele se deteșează ușor. Existența acestei supape și manevrarea ei corectă la timpul optim evită traumatizarea manelonelelor și pătrunderea aerului cu viteză mare în interiorul manelonului elastic, sub manelon.

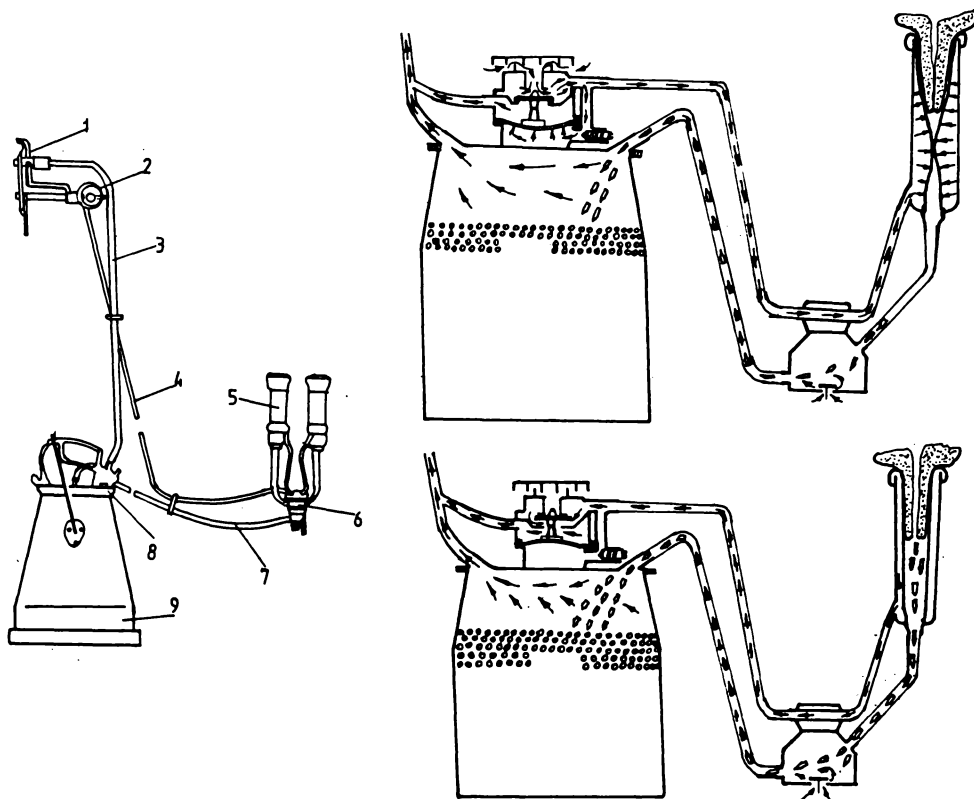


Fig. 1.4. Mașina de muls în două faze (a-b): a- schemă de ansamblu; b- schemă funcțională: 1- miner special; 2- pulser; 3- furtun vacuum continuu; 4- furtun vacuum intermitent; 5- paharele de muls; 6- colectorul; 7- furtun pentru lapte; 8- capac bidon; 9- bidon.

### 1.3.2. Paharele roșinilor de muls.

Organul de lucru al mașinii de muls care lucrează după principiul sugerii întrerupte este paharul de muls. Paharele de muls pot fi cu o cameră sau cu două camere [46]. În camera exterioară dintre cilindrii a paharului cu două camere se formează alternativ presiunea atmosferică și depresiunea-vacuumul-. Perioada de timp în decursul căreia are loc acțiunea de lucru a paharului de muls asupra mamelonului se numește fază (timp), iar suma fazelor în decursul cărora se efectuează

toate fazele diferite se numește ciclul sau pulsație a procesului de lucru al mulsului. În decursul unui ciclul presiunea absolută în camera exterioară se schimbă de la cea atmosferică până la depresiunea -vacuumul- egală cu 48 - 53 kPa. În tehnica mulsului mecanic s-a acceptat ca parametrul variației presiunii, mărimea intensității vacuumului, să fie exprimat nu prin presiuni absolute, ci prin rarefierea aerului mărimea vacuum, prin care se înțelege diferența dintre presiunea atmosferică și presiunea absolută, presiune care nu ajunge la cea atmosferică.

Paharul de muls cu două camere care funcționează în două și trei faze este format (fig.1.5. a și b) din doi cilindri: cilindrul exterior -metalic sau din material plastic- și manșonul elastic de cauciuc în interior. În pahar se formează două camere cu volum variabil: cea dintre cilindri (exterioară) și cea de sub manșon (interioară). La paharele de muls în două faze când în ambele camere este vacuum, manșonul elastic nu suferă deformații, iar

manșonul și laptele sînt puși sub influența diferenței de presiune dintre presiunea din interiorul ugerului (aproximativ egală cu presiunea atmosferică) și depresiunea de sub manșon. Laptele datorită diferenței de presiune curge ușor în camera de sub manșon și de acolo prin furtunul de lapte la colector. Aceasta este faza suptului sau de aspirație a laptelui.

Peste cîva timp (circa 1/2 s), în camera dintre pereții cilindrilor paharului acțiunea vacuumului se întrerupe și presiunea crește pînă la valoarea presiunii atmosferice. Sub acțiunea diferențelor de presiune din camerele paharului, manșonul

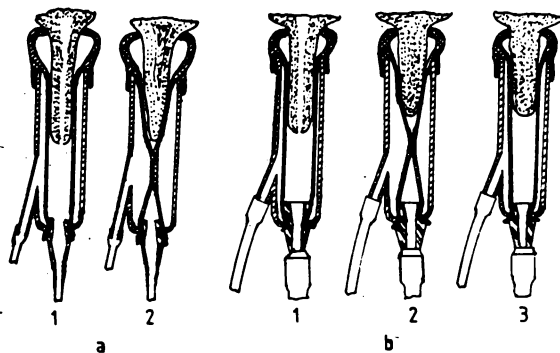


Fig.1.5. Principiul de lucru la paharele muginilor de muls: a- ciclul efectuat în două faze; b- ciclul efectuat în trei faze: 1- aspirație; 2- comprimare; 3- odihnă.

elastice se strînge prin aplatizare, sfîntorul mamelonului este comprimat și strîngut încetînd curgerea laptelui. Aceasta este timpul compresiunii asupra sfîntorului mamelonului și a nasogului efectuat de mazonul elastic asupra mamelonului. Apînile de muls a cîrora pahare lucrează dupî acest principiu se numesc în douî faze (în doi timpi).

În 1937 a fost creatî în anul 1937 și a primit acolo cea mai largî răspîndire mașina de muls al cîrui ciclu de lucru este format din trei faze, care se realizează tot în pahare cu douî camere [48].

La mașina de muls în trei faze, la sfîrșitul fazei de compresiune și în camera de sub mamelon intrî aerul și se crează presiunea atmosfericî. Ca rezultat mazonul elastic revine în poziția inițialî normalî, iar mamelonul nu mai este sub acțiunea vacuumului. În acest timp curgerea laptelui nu are loc, mamelonul se odihnește și în el se restabilește circuitul normal al sîngelui. Aceasta se numește faza de odihnî.

Apînile de muls în douî faze au regimul de lucru mai înscordat, deoarece mamelonul se aflî tot timpul în acțiune. În sfîrșitul mulsului, cînd oxitocina nu mai acționează, mușchii uterari slăbesc, mamelonale devin moi, paharele se ridicî pe mazonane spre uzer (Fig.1.6) trîgînd mamelonale adînc înîntîrul paharului și strîngînd partea superioară a mamelo-

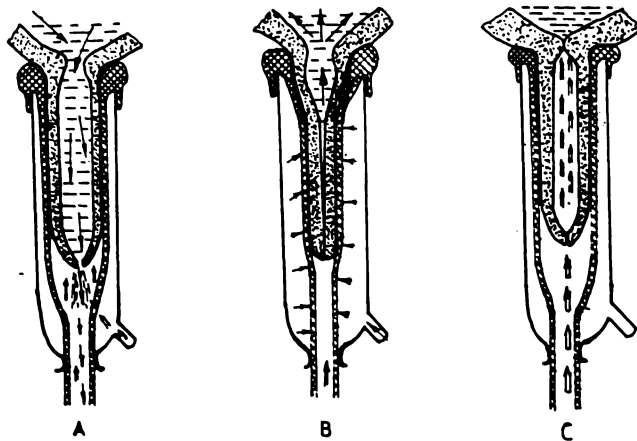


Fig.1.6. Scheme funcționării paharului de muls în douî faze: a - aspirație; b - compresiune (mască); c - urcarea paharului pe mamelon.

mului și prin aceasta se înfruntă toate posibilitățile de extragere a ultimelor cantități de lapte și de refacere a circuitului normal al singelui în mameloane. După încetarea curgerii laptelui, vacuumul pătrunde în interiorul mameloanelor și ca efect țesuturile canalului intern se vor freca unul de altul, producând inflamația acestora.

Construcția organelor mașinii de muls, în special a paharelor și a pușătorului, oit și parametrii care acționează în procesul de muls, determină calitatea mulsului (viteza de muls, extragerea întregii cantități de lapte, starea de sănătate a vacilor).

Paharele mașinilor de muls, s-a arătat că formează în general două camere, încă există pahare de muls numai cu un singur cilindru, deci cu o singură cameră [46], la mașinile de muls "stimul".

Încercarea de a realiza mașini de muls la care paharele să extragă mai bine laptele și să protejeze aparatul mamar al vacii au fost multe. În continuare se prezintă succint două exemple pentru comparație cu fazele care au loc la paharele mașinilor de muls în două și trei faze (fig.1.7)

O mașină de muls aparte care funcționează în două faze, dar în interiorul mașonului elastic apare alternativ vacuum și presiunea atmosferică este mașina "Cappel" [49] care formează faza de aspirație și faza de repaus (fig.1.7.b).

Firma "Larales" a construit o mașină de muls [49], care a avut paharele de muls

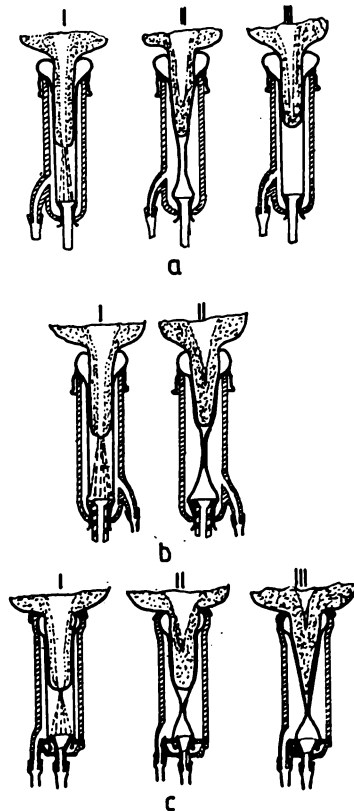


Fig.1.7. schema funcționării paharelor de muls la: a- mașina în trei faze: I- aspirație; II- masaj; III- odihnă; b- mașina "Cappel": I- aspirație; II- repaus; c- mașina "Larales": I- aspirație; II- masaj; III- compresie (stringere) când în spațiul interparietal acționează un surub de arcușină.

tot cu două camere (fig.1.7.c). În spațiul interparietal și sub mamelon, în faza de aspirație, acționează tot vacuumul cu intensitatea de 40 kPa. Faza de compresie se realizează în două etape. În prima etapă a fazei de compresie în spațiul dintre cilindri acționează presiunea atmosferică, realizând masajul, apoi în etapa a doua tot a fazei de compresie acționează un surplus de presiune de 50 kPa, produsă de un compresor. Precizia acestei mașini a avut ca suport efectuarea de către mangonul elastic a unui masaj intens, deoarece în timpul aspirației singele se deplasează către partea inferioară a mamelonului, iar prin strângerea lor de jos în sus se alungă singele în sus, restabilind circulația normală.

### 1.3.3. Pulsatoarele mașinilor de muls.

Pulsatoarele mașinilor de muls transformă vacuumul continuu în vacuum intermitent în vederea realizării ciclului de muls la pebaro.

Repartizarea timpului într-un ciclu de funcționare pe faze de lucru realizate la pebaro de muls, adică raportul dintre durata fazei de aspirație și faza de compresie este de 2/3; 1/1; 3/2; 2/1; 3/1; 4/1 și chiar 5/1 [24, 41, 48, 49].

Între acestea, cele mai utilizate rapoarte ale timpilor la un ciclu de funcționare sînt: 1/1; 3/2; 2/1 și 3/1. Tendința a fost de a mări durata fazei de aspirație, însă s-a constatat că prin mărirea acestei faze crește cantitatea de lapte rămase în uger și nici timpul de muls nu se îmbunătățește cu mult. În prezent, tendința este de a se ajunge la raportul 1/1 și în maximum 2/1, adică 50/50, 66/34 sau 66/34. Stabilirea valorii optime a raportului fazelor produse de pulsator rămîne deschisă cercetării experimentale și teoretice ca să găsimă legea după care se efectuează cea mai mare viteză de muls, cel mai bun muls, fără a rămîne lapte residual în uger și fără alte urmări negative.

La pulsatoare s-a făcut un calcul dinamic [48] al valorii și influenței forțelor care acționează pentru a asigura funcționarea, ținînd cont de influența lui asupra funcționării pebarului de muls, de influența raportului fazelor aspirației și compresiei.

### 1.3.4. Colectoarele și distribuitorul.

Constructiv colectoarele sînt acomoditoare, variabilă este numai capacitatea camerei colectoare. Inițial camerele colectoarelor au avut capacitatea mică de 23 cm<sup>3</sup>, apoi s-a trecut la colectoare cu capacitatea camerei mai mare, 95 cm<sup>3</sup> [58], ajungîndu-se la colectoare cu capacitatea camerei de 630 cm<sup>3</sup> [24]. În colectoarele cu volumul camerei colectoare mare se formează turbulenți mai intense și apare fenomenul de "spray" cu influență negativă asupra infectării mameloanelor. De aceea s-a renunțat la colectoarele cu cameră mare și s-au construit colectoare cu capacitatea camerei de 200-300 cm<sup>3</sup> [9].

Colectoarele actuale sînt prevăzute cu o supapă care permite întreruperea vacuumului și punerea în legătură cu presiunea atmosferică. Colectoarele care n-au această supapă sînt prevăzute cu un orificiu de aerisire de 1,0 cm diametru, orificiu care permite intrarea aerului ce ajută la transportul laptelui și diminuează oscilațiile vacuumului în paharele și colectorul mașinii de muls.

Colectorul cu camera colectoare de 95 cm<sup>3</sup> [58] este prevăzut cu un ventil automat (Fig.1.8) care se închide de la sine în cazul căderii paharelor de muls.

de pe ugerul vacii, evitînd aspirația de murdărie și variația intensității vacuumului din conducta de lapte. Este necesar să se acționeze în viitor pentru gîsirea mîrîmii și a formei optime a camerei colectorului ca să se asigure stabilitatea vacuumului, să împiedice pulverizarea laptelui, formarea ceții și a spreiului, însoțit colectorul să nu influențeze negativ procesul de muls.

Instalațiile de muls sînt de construcții diferite după locul de utilizare și gradul de mecanizare și autoalimentare. O clasificare a lor este prezentată în figura 1.9.

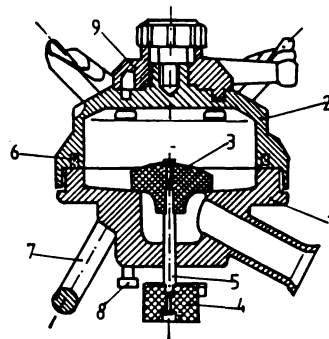


Fig.1.8. Secțiune prin colector: 1- corp; 2- corp; 3- ventil interior; 4- ventil exterior; 5- tija ventilului; 6- garnitură; 7- toartă mîndră; 8- știft de blocare; 9- distribuitor.

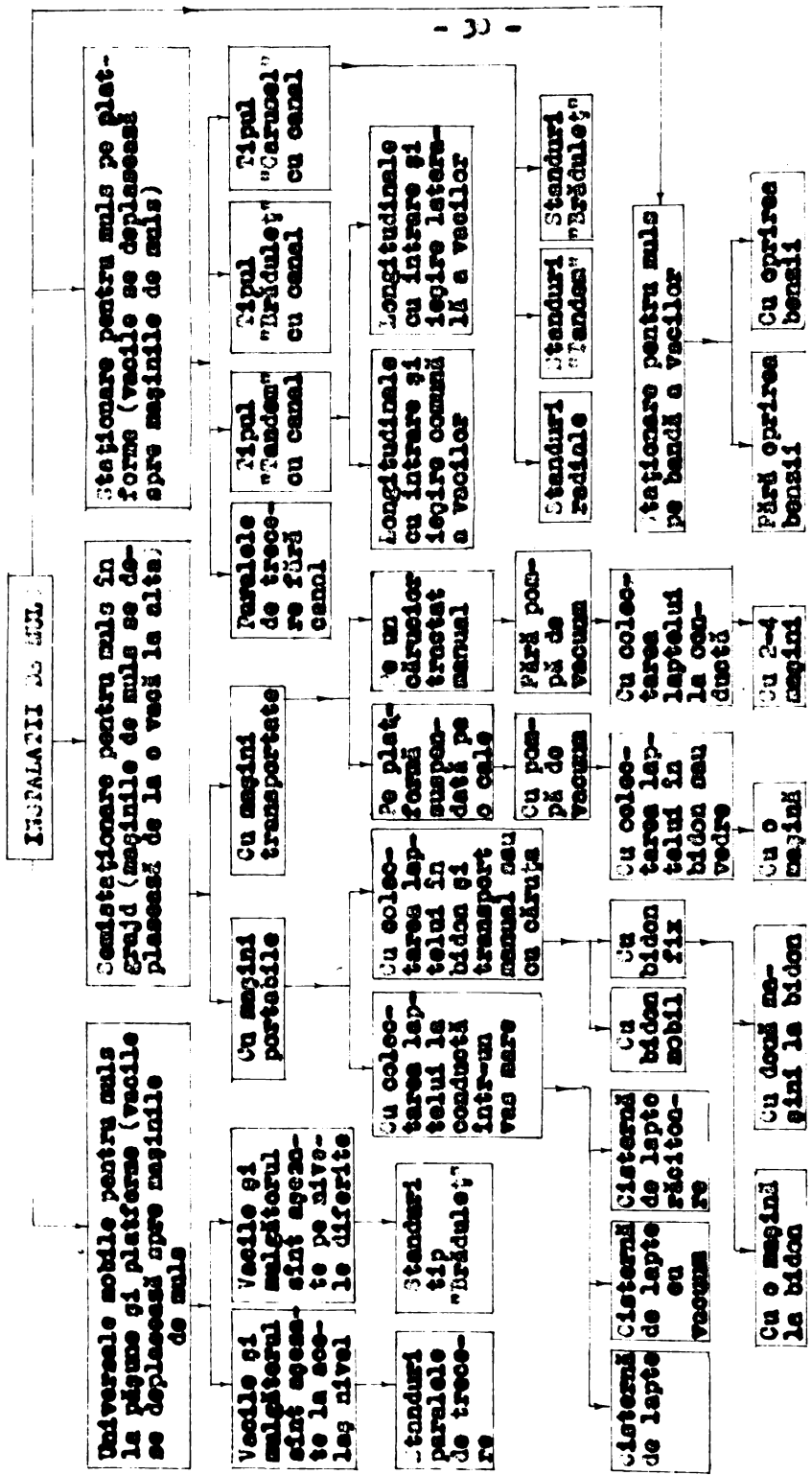


Fig.1.9. Clasificarea instalațiilor de muls. [după Melnikov, S.7.]



**1.3.5. Tendințe moderne de evoluție constructivă și direcții internaționale de dezvoltare în domeniul tehnicii mulsului.**

În ultimii 10 - 15 ani au apărut numeroase cercetări, publicații, standarde naționale și internaționale [66]. Multe lucrări tehnico-științifice urmăresc crearea de procedee noi ca de exemplu modelarea computerizată a mulsului mecanic, automatizarea și utilizarea tehnologiei cu microprocesoare.

Se observă o scădere a numărului de locuri la instalațiile de muls, de la opt locuri în Victoria (Australia), 14 locuri în Noua Zeelandă [54] la 16 locuri de muls la platformele de muls în "V" (bridăule) și 26 pînă la 40 locuri de muls pentru platforme de muls de tip "Carusel".

Pompale de vacuum se construiesc pentru a satisface capacitățile înalte de rezervă de vacuum pentru fiecare mașină de muls (tabelul 1.2).

Tabelul 1.2.

Unele dimensionări și capacități recomandate pentru instalațiile de muls prevăzute cu 10 mașini de muls.

Standardul.	Capacitatea pompelor de vacuum (aer atmosferic) în dm <sup>3</sup> /min	Diametrul interior al conductei principale de vacuum, în mm	Diametrul interior al conductei de lapte în mm
I.N.O.	750 (minimum)	38	46 (pentru conductă unitară de 10 m)
U.S.A.	113 (minimum) 200 (recomandată)	51	75 (pentru conductă unică) 51...62 (pentru conductă în care)
Irlanda	495 (în medie pentru un muls-gător) 565 (în medie pentru doi muls-gători)	38	38...46 (pentru conductele unice depinzînd de timpul recordului de lapte)

Se urmărește construcția pompelor cu inel de lichid, care necesită puține cheltuieli de întreținere, economisesc ulei și nu

provoacă mardăria cu ulei a soniei din jurul agregatului de vacuum. Ca dezavantaje, au costul mai ridicat față de pompele cu ulei și trebuie protejate de îngheț.

Regulatoarele de vacuum. Pentru a face față capacităților mai mari de pompare, cit și capacităților de rezervă mai mari pentru fiecare mașină de muls, se construiesc noi regulatoare cu capacitate mai mare de trecere a aerului și o mai mare sensibilitate, părăcindu-se construcția masivă cu greutatea proprie, trecindu-se la tipuri corespunzătoare de tipul compensator cu aer și cu membrană.

Sistemul de pulsație -pulsoarele- în țara noastră, în ultimul timp de aproximativ 10 ani au suferit o evoluție permanentă, trecindu-se de la pulsatorul pneumatic la cel hidropneumatic și apoi la cel mecanopneumatic, ultimul asigurând o frecvență constantă pe toată perioada de funcționare.

Absența unor criterii sigure pentru cerințele fiziologice ale vacilor în raport cu frecvența pulsațiilor, îngreunează stabilirea criteriilor pentru determinarea unei pulsații efective.

Examinarea actualelor informații disponibile, arată că modificările frecvenței pulsațiilor nu influențează mult apariția de noi infecții, randamentul și sănătatea vacilor, deoarece manșoanele apărute actual se deschid total și se închid complet în paharele de muls în timpul ciclului unei pulsații [ 54 ] .

Părerea autorului acestei lucrări este că în procesul de muls mecanic există o frecvență a pulsațiilor efectivă, optimă, în care viteză de muls are valoarea cea mai mare, adică randamentul mulsului mecanic este maxim. Față de frecvențe optimă nu trebuie făcute abateri în plus sau în minus, întrucât menținerea frecvenței constante duce și la însăntătoirea vacilor și la dispariția fenomenului catastrofal al mulsului mecanic, acela de îmbolnăvire a vacilor de mamită. Prin folosirea unei frecvențe a pulsației efective, optime, mamitele la vaci se pare că vor dispărea.

La mașinile de muls se urmăresc următoarele probleme de interes cum sînt:

-Utilizarea de colectoare cu volume corespunzătoare, structuri de recordare de diametre mai mari și cu marginile rotunjite.

-Utilizarea mai largă de ventile automate care deconectează alimentarea cu vacuum în momentul căderii paharelor de muls de pe mameloane sau în momentul detașării lor.

-Utilizarea de ventile plutitoare în colectoare pentru a mijloci un transport independent al laptelui și aerului de la colectorul mașinii de muls.

-Posibilitatea de deconectare automată a mașinii de muls într-un moment de mulgere exact stabilit pe baza fie a variației volumetrice a cantității de lapte, fie a timpului.

-Reducerea intensității vacuumului (ex. Luovac 30), Alfa-Laval, -Suedia-), respectiv schiabarea atât a intensității vacuumului, cât și a frecvenței pulsației (Alfa-Latic, Luovac, Alfa-Laval) sau deconectarea vacuumului pulsator (Combinatul VEB Impulsa RDG) aproape de finele mulsului.

Deoarece în California SUA au apărut tendințe de a construi instalații de muls cu dimensiuni și parametri de funcționare foarte mari, este necesară efectuarea de cercetări în exploatare, concepute pe baze economice, pe cheltuieli specifice minime ce revin pe unitatea de produs recoltat. Klein [54] citează pe Westgarth și arată că cercetările de scurtă durată nu pot înlocui cercetările experimentale din practică.

Astfel, dimensiunile conductei de lapte trebuie deduse prin măsurători experimentale și calcule atente a mărimilor necesare, de așa natură ca modificarea intensității vacuumului datorită pierderilor pe conducta de lapte să fie mai mici de 3 kPa, când sînt în funcțiune toate mașinile de muls.

La manșonetele elastice ale paharelor de muls se cere stabilirea întinderii cauciucului manșonului elastic în scopul evitării deformațiilor plastice datorită deformațiilor repetate. Tot la manșonetele elastice se cer modificări care să limiteze alunecarea, deplasarea și căderea paharelor de muls. Cercetările arată că manșonetele actuale pot să exercite o stimulare ridicată a mameloanelor ugerului vacii [98, 99, 100, 101].

-Trebuie aduse modificări care ajută la economisirea timpului și muncii la muls și la curățire, deci creșterea productivității muncii, prin găsirea parametrilor optimi de funcționare și prin automatizarea procesului de muls și de curățire.

-Trebuie studiată influența mașinii de muls asupra apariției mamitei, care în prezent se explică prin lovitura de șoc, adică proiectarea spre orificiul mamelonului a unor particule de lapte infectate cu agenți patogeni care pătrund în canalul mamelonului parțial sau total.

Forța de aruncare a particulelor de lapte infectate rezultă din viteza mare a acestor particule din pulverizarea laptelui datorită intensității vacuului și frecvenței pulsațiilor cu valori superioare celor optime, a colectoarelor cu volum mare, recordurilor nerotunjite și furtunelor necorespunzătoare, pulverizare care formează o ceață ce se transformă în spray, a căror particule pot atinge viteze de 20 m/s, particule care "bombardează" mamelonul, o parte din ele nimeresc pe canalul mamelonului și-l infectează, îmbolnăvind vacile de mamită. Evitarea apariției fenomenului arătat se poate realiza prin niște gaibe mici, așezate orizontal în partea inferioară a manșonului elastic, care protejază orificiul mamelonului împotriva loviturilor, fără a influența negativ curgerea laptelui din mamelon. Experiența a arătat că o asemenea protecție garantează o reducere a noilor infecții cu 96 %. Klein [54] arată că un grad înalt al stabilității vacuului este esențial atât pentru mișcarea normală a manșonului, cât și pentru o producție înaltă a unei instalații. Stabilitatea vacuului este în corelație strinsă cu mamitele.

Autorul prin lucrările [17, 18, 70, 72, 73, 76, 77] susține că o mare influență o are și stabilitatea frecvenței pulsațiilor și mai ales stabilitatea la frecvența optimă care mărește viteza de muls, micșorează timpul de muls și diminuează fenomenele arătate la aliniatul anterior, creînd o stare de confort la mulsul mecanic și păstrarea stării de sănătate a vacilor.

Este necesară concentrarea activității asupra intersecțiunii raporturilor optime dintre pulsație și valcarea vacuului, respectiv stabilitatea vacuului, cât și asupra formei constructive a colectorului de lapte și a manșonului elastic.

## CAPITOLUL 2.

### 2. PARAMETRII CARE INFLUENTEAZA DEBITUL (VITEZA) DE CEDARE A LAPTELUI.

Cercetările efectuate pe plan mondial, în special în ultimii 10 - 20 de ani, au scos în evidență parametri tehnico-funcționali care au influență mare asupra procesului de muls. În ordinea importanței lor parametri tehnico-funcționali sînt: intensitatea vacuumului, frecvența pulsațiilor, durata fazei de aspirație a laptelui, construcția și montarea manșonului elastic al paharelor de muls. În exploatare productivitatea depinde de crearea de condiții favorabile pentru cedarea laptelui și de utilizarea rațională a mașinilor de muls [ 28, 32, 36, 52 ].

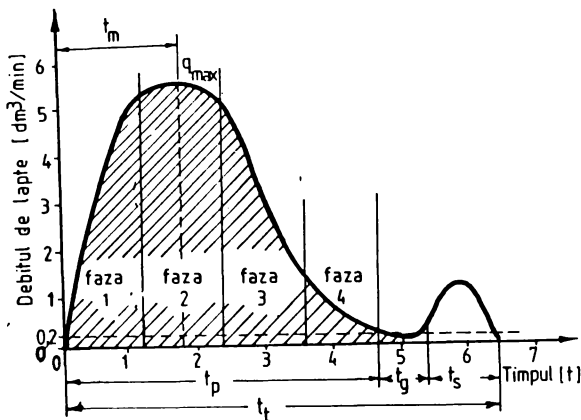
Cercetările au scos în evidență că în procesul de muls mecanic parametri funcționali de lucru în zona manșonului și a mamelonului [ 34 ] în timpul cedării laptelui diferă foarte mult de parametri funcționali din celelalte părți ale instalației. Deci, în procesul de muls trebuie să ținem seama de modificările care au loc și să luăm în considerare parametri funcționali de lucru la virful mamelonului, avînd în vedere fenomenul de cedare a laptelui, cantitatea de lapte cedată și de modificările de poziție ale manșonului paharului de muls, toate acestea în comparație cu valorile nominale ale parametrilor instalației.

În prezent, cerințele față de intensitatea vacuumului și regimul pulsațiilor sînt raportate la valori legate de sistemul de conducte, de pulsator, de debitul de aer și nu de fenomenele de lucru care se petrec în paharele de muls, fenomene care sînt decisive pentru modul de realizare tehnică a procesului de muls. În timpul cedării laptelui de către mameloane, în manșonul elastic al paharului apar perturbări datorită accelerației și frînării curgerii laptelui pe furtunile mașinii de muls, perturbări care nu sînt generate de frecvența pulsațiilor. Frecvența pulsațiilor poate însă să influențeze aceste perturbări deoarece la creșterea frecvenței crește fluctuația laptelui pe furtune. Prin stabilirea cu precizie în ce măsură pulsegrama de la paharele de muls diferă de pulsegrama pulsatorului, iar intensitatea vacuumului de la mamelon diferă de valoarea nominală a intensității vacuumului din conducte, cercetările recente [ 4, 57, 71, 72, 73, 89, 96, 103, 104 ] au creat premise pentru perfecționa-

rea de fond a construcției și a utilizării instalațiilor de muls.

În procesul de muls curba caracteristică de cedare a laptelui este reprezentată în figura 2.1., în care se dau și o parte din parametrii care trebuie considerați în procesul de

muls, notându-se:



-cantitatea totală de lapte  $Q_t$  mulsă de la o vacă la o mulsoare, în  $dm^3$  sau în kg;

-timpul total de muls  $t_t$  de la atașarea paharelor de muls pînă la detașare, în sec.;

-debitul mediu de lapte  $q_m$ , denumit și viteză de muls  $v_m$  în  $dm^3/min$ , (kg/min);

-cantitatea principală de lapte

Fig.2.1. Caracteristica procesului de cedare a laptelui.

de la începutul mulsului pînă în momentul cînd debitul scade sub  $200 g/min$ , în  $dm^3$  sau în kg;

-timpul principal de muls  $t_p$  -este timpul în care se obține cantitatea principală de lapte, în secunde, (min);

-debit mediu corespunzător timpului principal de muls, în  $dm^3/min$ .;

-cantitatea de lapte mulsă suplimentar ca urmare a intervenției după mulsul principal, în  $dm^3$  sau în kg;

-timpul de muls în gol  $t_g$ , cînd debitul de lapte este mai mic de  $200 g/min$ ;

-cantitatea cea mai mare de lapte mulsă într-un minut,  $q_{max}$  în  $dm^3/min$ , sau  $kg/min$ .;

-timpul de la începerea curgerii laptelui pînă la debitul maxim  $t_m$ , în min.;

-cantitatea de lapte pe o fază din timpul de muls (afert din timpul total), exprimată procentual față de cantitatea totală de lapte;

-cantitatea de lapte mulsă dintr-un mamelon, exprimată procentual față de cantitatea totală de lapte.

Valorile nominale ale parametrilor unei instalații de muls sînt diferite. Valorile nominale ale parametrilor diferă de la instalație la instalație [48, 54, 56], de la cercetător la cercetător, părerile fiind diferite în acest domeniu. Valorile nominale ale parametrilor la paharele mașinilor de muls trebuie, după părerea autorului să fie aceleași, de aceea ele sînt stabilite chiar în standarde naționale și internaționale [54].

În prezent se consideră ca optimă valoarea intensității vacuuzului de 50 kPa, frecvența pulsațiilor de 60 puls/min și durata maximă a timpului de aspirație de 80 %. Pentru instalațiile de muls automatizate, cu mașini de muls comandate în funcție de debitul de lapte, la care este posibilă o adaptare la caracteristicile individuale ale animalului și ale procesului de muls, se recomandă ca valoare inițială a intensității vacuuzului de 50 kPa, frecvența de 60 puls/min și durata fazei de aspirație de 50 %; în timpul mulsului intensitatea vacuuzului de 60 kPa cu durata de aspirație de 80 %; iar către sfîrșitul mulsului intensitatea vacuuzului de 40 kPa și durata fazei de aspirație de 50 %.

### 2.1. Influența intensității vacuuzului asupra cedării laptelui.

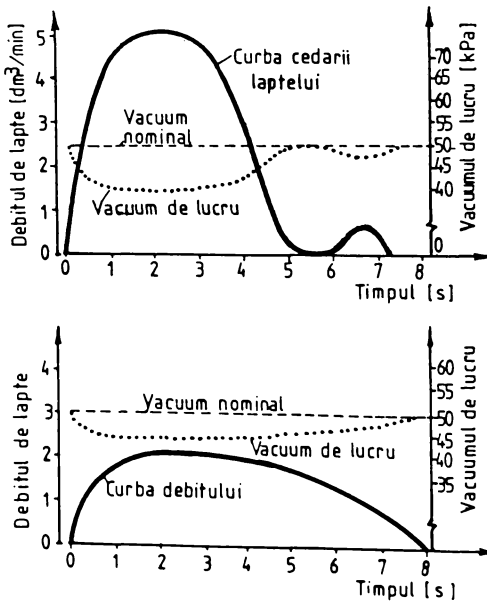
Intensitatea vacuuzului este considerată de specialiști ca cel mai important parametru al mulsului. Intensitatea vacuuzului are o valoare la vacuuzetrul situat lângă regulator și altă valoare, de lucru, la paharul de muls. Mărima vacuuzului de lucru în camerele paharelor de muls și în conducta magistrală de lapte depinde de tipul regulatorului de vacuum, de reglarea lui, de frecvența pulsațiilor, raportul aer-lapte, înălțimea de așezare și lungimea conductelor de lapte, numărul mașinilor de muls, organizarea muncii sulgătorilor și calificarea lor [33].

La mamelon valoarea vacuuzului trebuie să asigure extragerea laptelui și să mențină paharul pe mamelon. Dacă depresiunea minimă pentru menținerea paharului de muls pe mamelon este de 3) kPa, nu se cunoaște diferența de presiune la manșon pentru a

deschide canalul de lapte. Răspunsurile au fost diferite. S-a constatat că pentru mulsul complet este necesară o valoare minimă a intensității vacuului și că valori<sup>16</sup> mai mari ale intensității vacuului au influență negativă asupra mulsului final, suplimentar și asupra sănătății animalului. Faza de aspirație începe când mansonul este deschis pe jumătate. Alinaea acestei faze nu rămâne constantă, ci se modifică în funcție de modificarea valorii reale a vacuului în manson, ca urmare a creșterii debitului de lapte cedat.

În timpul mulsului debitul maxim de lapte cedat de o vacă variază între 0 și 5 dm<sup>3</sup>/min, la unele vaci cu producții foarte mari putând ajunge pentru scurt timp la 11 dm<sup>3</sup>/min. Acest debit mare produce o scădere a intensității vacuului la mamelon față de vacuumul din conductă. Scăderea valorii vacuului la mamelon este proporțională cu debitul de lapte, deci fenomenele se produc invers decât ar fi de dorit.

La valoarea nominală a vacuului în instalație de 50 kPa, la paharele de muls se produce o scădere a valorii intensității vacuului până la 40 kPa [54, 97, 103], când debitul de lapte crește de la 0 la 5 dm<sup>3</sup>/min (fig.2.2).



Scăderea valorii efective a vacuului la virful mamelonului duce la scurtarea fazei de aspirație a laptelui, deoarece trecerea către faza de aspirație se face cu întârziere. Simpla majorare a valorii nominale a intensității vacuului-

Fig.2.2. Diagrama variației debitului de lapte și a intensității relative a vacuului față de valoarea nominală de 50 kPa, pentru vaci cu însușiri diferite la muls: sus- vaci ușor mulgătoare; jos- vaci greu mulgătoare.



lui în instalație nu duce la corectarea vacuumului în zona virfului mamelonului. Valoarea efectivă a vacuumului în manșonul elastic al paharului de muls scade mult mai pronunțat la vacile cu debit mare de lapte [97, 103].

Alegerea unei valori nominale a intensității vacuumului de 60 kPa, în loc de 50 kPa, conduce la scurtarea timpului principal de muls și la o decalare în timp a cedării laptelui spre începutul curbei de variație a debitului de lapte. Deoarece în să condițiile de la virful mamelonului diferă, această scurtare este cu atât mai neînsemnată, cu cât vaca are producție mai mare de lapte. S-a constatat că prin creșterea depresiunii, crește mulsul suplimentar cu repercursiuni negative asupra consumului de forță de muncă.

Folosirea unei valori mari a intensității vacuumului are influență negativă și asupra canalului sfincterului, întărirea țesuturilor extreme ale mamelonului și creșterea pe această cale a condițiilor ca vaca să devină greu mulgătoare [96, 97, 102, 104].

Corectările efectuate la mai multe instalații de muls la bidon [73] au scos în evidență (fig.2.3) că valoarea intensității vacuumului diferă de la o instalație la alta, valorile

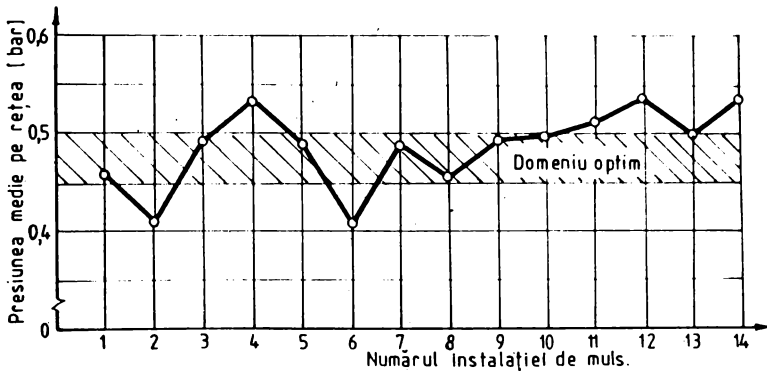


Fig.2.3. Variația intensității vacuumului în conducta de vacuum la 14 instalații de muls la bidon.

diferite datorându-se faptului că regulatoarele de vacuum nu sînt reglate corespunzător, iar instalațiilor nu li se acordă

intreținerile necesare, efectuând mulsul la întâmplare, fără nici un control intern sau extern.

Intensitatea vacuumului se menține constantă în conductele instalației de muls și în mașinile de muls cu ajutorul reguletoarelor de vacuum. Menținerea stabilă a intensității vacuumului în instalație este influențată de pompa de vacuum, de diametrul conductelor, poziția conductelor și tipul regulatorului de vacuum. Regulatorul de vacuum trebuie să asigure valoarea intensității de 51-52 kPa și atunci cînd consumul de aer este mic, de exemplu atunci cînd lucrează o singură mașină de muls. Reguletoarele cu servocomandă au caracteristica de reglaj cea mai bună și sînt ușor de întreținut [67, 73, 97, 103, 104, 105].

Diametrul interior al conductelor de vacuum și al celor de lapte au un rol însemnat în menținerea constantă a valorii vacuumului în instalația de muls. Diametrul interior al conductelor este diferit, cel mai utilizat diametru pentru conductele de vacuum este de 25 mm, însă se folosesc conducte cu diametre și de 32, 38 și 50 mm. Există însă instalații de muls a căror conducte de vacuum au diametrul de 300 mm [54]. Valorile diferite ale diametrelor conductelor de vacuum indică că nu este cunoscută pînă în prezent corelația dintre numărul de mașini de muls, tipul mașinilor de muls și diametrul conductei de vacuum.

Conductele de lapte trebuie să aibă un diametru mai mare, indicat de 32 mm, deoarece pe aceste conducte se face și transportul laptelui. Partea inferioară a conductei este ocupată cu lapte, iar cea superioară cu aer. Transportul laptelui în conductele pentru lapte se face datorită înclinării acestora cu 1° la platformele de muls, cu înclinarea de 0,4-0,5° la conductele montate în grajd, oit și datorită deplasării aerului pe aceste conducte. Transportul laptelui pe conducte nu se face liniștit. În dreptul racordurilor furtunelor de lapte ce via de la colectoarele mașinilor de muls apare fenomenul de turbulență, de formare a ceții datorită pulverizării laptelui. Pe conductele de lapte se produc valuri și dopuri de lapte care determină scăderea intensității vacuumului și variația acesteia chiar pe conductă. La instalațiile de muls prevăzute cu conducte de lapte cu coturi orientate spre verticală sau înclinate în sus, transportul laptelui are loc numai prin formarea dopurilor de

lapte. Același fenomen se manifestă pe furtunul de lapte de la selector la bidon sau la conducta de lapte. Furtunul având un diametru mic, determină o variație și mai mare a vacuumului în mangușul elastic, sub mamelon.

Din cele arătate reiese că transportul laptelui pe conducta de lapte produce apariția de oscilații ale intensității vacuumului, mai ales cînd diametrul conductei este prea mic și laptele are de urcat. Aceasta a determinat unele firme să echi-pese instalațiile de muls cu conducte de lapte cu diametrul interior de 46, 50, 65 sau chiar 75 mm [54, 87, 88, 102, 104].

Oreșterea exagerată a diametrului conductei pentru lapte nu este justificată, deoarece nu se atenuează variațiile intensității vacuumului de la paharele mașinilor de muls. Conductele de lapte de diametru mare se curăță greu și necesită pompe puternice de vacuum, o supradimensionare care ajunge la 150 %, provocînd o risipă de energie

Disponerea conductelor de lapte are o importanță mare în menținerea unei valori constante a vacuumului. Disponerea la înălțime a conductei de lapte provoacă scăderea intensității vacuumului la paharele de muls. Pentru înălțimea conductei de 2 m, diferența de presiune este de circa 0,2 bar, fără a se ține seama și de pierderile prin frecare. Polonirea colectoarelor cu orificiu pentru aer contribuie la transportul laptelui, înăd pe conductă se transportă amestec lapte-aer. Acoperirea orificiului provoacă stagnări ale laptelui și variații ale vacuumului. În schimb dacă orificiul de aer este prea mare, scade intensitatea vacuumului în mangușele paharelor de muls. Debitul normal de aer ar trebui să fie 1-15 dm<sup>3</sup>/min.

Pierderile hidrostatice suplimentare în conducta de lapte suspendată reprezintă cea 14 %, dar pot ajunge la 20 % și chiar la 40 % din valoarea nominală a vacuumului.

În cazul conductelor cu pantă mare de urcare, cum se întîlnesc în construcțiile noastre, se produc variații mari ale intensității vacuumului. Acolo unde există asemenea instalații nu mai trebuie întrebate de ce nu funcționează bine mașinile de muls [54, 58, 102, 103, 104].

Sistemul de măsurare a laptelui cu borcane de sticlă gradate, la conectarea la rețea datorită volumului mare pe care

fi au, determină scăderea intensității vacuumului în instalație, dar și refacerea repede a acestuia în cazul unor perturbări în timpul funcționării normale ale mașinilor de muls. La golirea borcanelor se produce o variație mare a intensității vacuumului, așa că procesul de muls trebuie oprit.

## 2.2. Influența frecvenței pulsațiilor asupra cedării laptelui.

Deformarea pulsatorie a manșonului elastic de cauciuc de la paharul de muls are rolul de a realiza o destindere a mamelonului în vederea restabilirii circulației sângelui prin mamelon, atenuându-se efectele negative ale acțiunii continue a vacuumului. Cercetări a influenței pulsațiilor asupra fenomenului de cedare a laptelui [17, 18, 70, 73, 76, 77, 96, 97] sînt puține. Există părerea și tendința la mulgători și la formieri că o frecvență ridicată a pulsațiilor duce la creșterea debitului de lapte. Această creștere a debitului de lapte este valabilă pentru o creștere a frecvenței pulsațiilor de la 45 la 56 puls/min. La frecvențe a pulsațiilor mai mari de 56 puls/min, viteza de muls scade (fig.2.4), deoarece mușchii

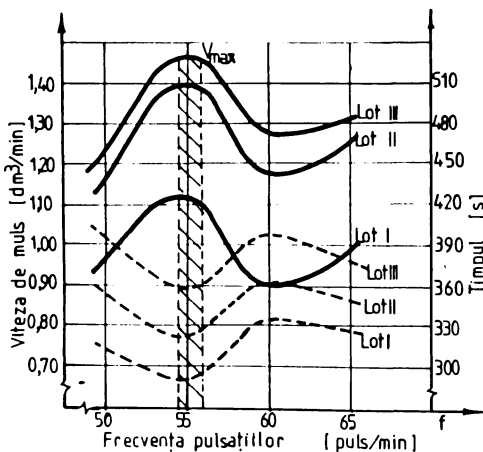


Fig.2.4. Variația vitezei de muls (—) și a timpului (---) în funcție de numărul de pulsații la pulsoarele hidropneumatice.

mamelonului nu mai poate juca un rol activ, căci nu mai poate urmări mișcările manșonului de cauciuc, apare o oboseală accentuată a mușchilor mamelonului, ceea ce afectează sănătatea ugerului. La frecvențe mare a pulsațiilor vasele devin agitate și nervoasă [70, 72]. Este necesar să subliniem că prin creșterea frecvenței peste 60 puls/minut, debitul maxim

de lapte nu crește mult [ 18, 70, 72, 73, 76, 77, 96, 97 ], și să depășească debitul de lapte cedat de vacă la 55 puls/min. Prin cercetările [ 18, 70, 72, 73, 77, 78 ] susținem că valoarea optimă a frecvenței pulsațiilor este de 55-56 puls/min.

Frecvența pulsațiilor, mai ales la pulsatoarele pneumatice, este modificată de sulgători luând valori de la 40 la 120 puls/min., astfel că la fiecare muls vaca este mulsă cu altă frecvență, având influență negativă asupra procesului de cedare a laptelui, ceea ce provoacă vacii un stres puternic.

### 2.3. Influența fazei de aspirație a laptelui asupra vitezei de muls.

Structura unui ciclu de muls este exprimată de raportul dintre durata fazei de aspirație și cea a fazei de comprimare (masaaj). Acest raport la mașinile în două faze are valoarea de 1/1; 3/2; 3/1; 4/1; 7/3 [ 48 ].

S-a considerat că mărirea fazei de aspirație ar duce la scurțarea timpului de cedare a laptelui. Unele observații au arătat că aceasta este valabil numai în primele 1-1,5 minute. După alte observații, creșterea duratei fazei de aspirație ar avea influență negativă și asupra timpului total de muls. Corelând durata fazei de aspirație cu regimul intensității vacuumului din zona virfului mameleului, cercetările recente au evidențiat o perturbare de 0,05 bar, în cazul unei durate a fazei de aspirație de 20 % și de 0,1 bar dacă faza de aspirație reprezintă 40 % sau 45 % - 80 %. Dacă durata fazei de aspirație reprezintă 20 % sau 40 %, timpul principal de muls este mai lung căci mameleul nu se mai deschide complet. Creșterea însă peste 60 % a duratei fazei de aspirație este nejustificată din acest punct de vedere, căci timpul principal de muls nu mai scade în continuare. În schimb, dacă se mărește durata fazei de aspirație la 80 % apare o creștere a mulsului suplimentar, ceea ce constituie un dezavantaj.

Timpul până la atingerea debitului maxim de lapte este cel mai scurt în cazul duratei fazei de aspirație de 60 % [ 96, 97, 102, 103 ].

Aspectele menționate conduc la concluzia că funcționarea

normală a paharelor de muls se asigură în domeniul în care faza de aspirație ocupă 50-60% din ciclul de muls.

#### 2.4. Influența pulsatoarelor asupra mulsului mecanic.

Pulsatoarele trebuie să răspundă cerințelor legate de realizarea curbei ideale a pulsațiilor și să-și păstreze în timp caracteristicile. Pulsatorul nu influențează regimul de presiune din interiorul manșonului elastic al paharului de muls.

Pulsatoarele acționate pneumatic produc variația frecvenței pulsațiilor, aceasta fiind influențată de variațiile intensității vacuumului permanent, de praful din aer și de temperatură.

Pulsatoarele centrale (electromagnetice, mecanopneumatice), prin funcționarea sincronă a mai multor mașini de muls, accentuează variațiile intensității vacuumului în conducte. Din această cauză sînt preferate pulsatoarele individuale. Se pune întrebarea dacă pulsatorul trebuie să asigure funcționarea simultană sau funcționarea alternantă a paharelor mașinii de muls? Reprezentarea grafică din figura 2.5. răspunde parțial întrebării puse.

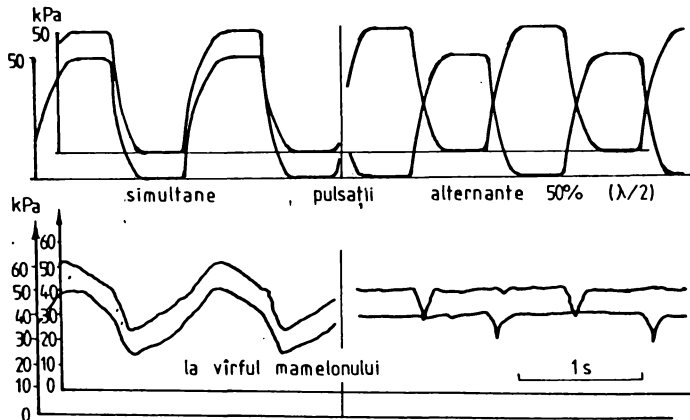


Fig.2.5. Reprezentarea comparativă a regimului de vacuum la funcționarea simultană și la funcționarea alternantă a paharelor de muls.

În cazul funcționării simultane a paharelor de muls se produce umplerea cu lapte a colectorului și ca urmare blocarea r-cordului de evacuare, a cărui golire are loc în timpul fazei de compresie. Intensitatea vacuumului în spațiul de sub mameloane scade la toate paharele de muls, putându-se ajunge dacă debitul este mare la căderea paharelor de muls. Căderea vacuumului are loc datorită deplasării dopului de lapte care determină o creștere a intensității vacuumului peste valoarea normală, când laptele lucrează ca o pompă. Variația vacuumului sub mamelon cu caracteristicile lui negative constituie un dezavantaj mare al funcționării simultane a paharelor de muls.

Funcționarea alternantă a paharelor de muls asigură menținerea vacuumului mai aproape de valoarea nominală favorabilă mulsului. În consecință maginile de muls cu funcționare alternantă sînt de preferat nu numai la mulsul la bidon, ci și la mulsul cu colectarea laptelui pe conducta suspendată [3], 61, 104]. Neajunsurile care apar pot fi ameliorate dacă pulcatorul este conceput pentru realizarea ciclului cu durata aspirației de 60-70 %.

#### 2.5. Influența manșonelor elastice ale paharelor de muls asupra mulsului și asupra mamelonelor.

Viteza de cedare a laptelui este influențată de caracteristicile manșonului, elasticitatea lui, întinderea manșonului în cilindrul exterior [61]. Elasticitatea manșonului influențează prin fenomenul de modelare a manșonului asupra mamelonului, deci implicit influențează procesul de cedare a laptelui. S-a demonstrat [43] că întinderea manșonului elastic are o mare influență asupra procesului de cedare a laptelui. Viteza de muls a laptelui crește pînă la o întindere de 6 kgf, apoi scade din nou (tabelul 2.1).

Din datele tabelului 2.1. reiese că la întinderea manșonului cu o forță de 6 kgf se mărește viteza de muls cu 11-24 % și se reduce timpul necesar pentru muls cu 8-17 %. Întinderea nu se modifică în timpul exploatării dacă se face o exploatare rațională.

În funcționare, manșonul elastic se alungește și se defor-

Tabelul 2.1.

Variația duratei mulsului și a vitezei de muls funcție de întinderea manșonului elastic [după Jilov, I.]

Intinderea manșonului elastic. În kgf	Cantitatea de lapte mulsă o dată. în dm <sup>3</sup>	Durata mulsului mecanic. în min	Viteza de muls a laptelui dm <sup>3</sup> /min	Viteza maximă a lichidului în laborator. dm <sup>3</sup> /min
0	-	-	-	2,55
2	3,34	4,57	0,73	2,90
4	3,41	4,13	0,82	3,15
6	3,47	3,82	0,91	3,40
8	3,41	4,57	0,75	3,25

masă plastic.

Pe lângă Jilov [43], Galeov [30] a construit un dispozitiv folosit la întinderea manșonului de cauciuc pentru paharele mașinilor de muls în trei faze DA-3A și "Velga".

Deformabilitatea manșonului elastic în funcție de timpul de utilizare [80]

relese din figura 2.6.

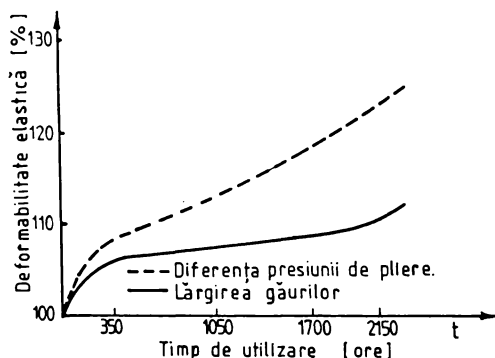
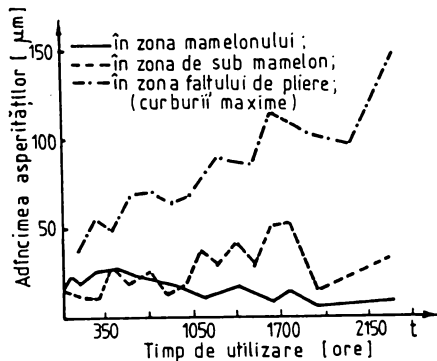


Fig.2.6. Deformabilitatea manșonului elastic în funcție de timpul de utilizare.

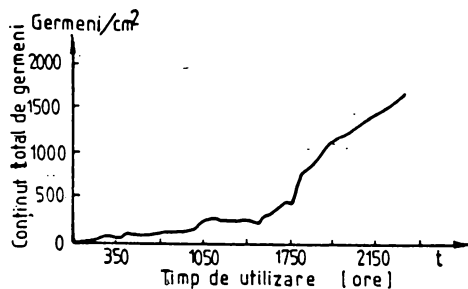
Variația formei manșonului elastic pentru realizarea fazelor de lucru determină formarea de asperități pe suprafața sa interioară (fig.2.7) care modifică elasticitatea manșonului, jenseală membranele vacii în timpul funcționării și constituie locul

de depozitare și dezvoltare a germenilor (fig.2.8). Toate modificările manșonului elastic contribuie la înrăutățirea procesului de muls, pe măsura creșterii timpului de utilizare a manșoanelor elastice. Este necesar efectuarea de cercetări în ceea ce privește modificările care apar pentru fiecare tip de manșon și aplicarea regulilor de exploatare în producție.





**Fig.2.7. Modificarea asperităților în interiorul manșonului în funcție de timpul de utilizare.**



**Fig.2.8. Creșterea conținutului de germeni la manșonul elastic în funcție de timpul de utilizare.**

## 2.6. Influența furtunelor și a conductelor pentru lapte asupra mulsului mecanic.

Condițiile de evacuare a laptelui de la paharele mașinii de muls sînt diferite la mulsul cu colectarea laptelui în bidon, față de mulsul cu colectarea și transportul laptelui pe conductă, înă constructorii și beneficiarii ignoră în prezent aceste considerente.

Furtunile scurte de lapte dintre colector și pahar trebuie să aibă diametrul interior de 10 sau 12 mm, pentru a asigura curgerea mai rapidă a laptelui și nu de 8 mm care provoacă accentuarea vibrațiilor ciclice ale vacuului [62, 67, 100, 102, 103]. Rezultate bune s-au obținut și prin utilizarea furtunelor scurte de formă conică, cu diametrul dinspre pahar de 13 mm și la celălalt capăt de 8 mm. Acest tip de furtun funcționează ca și unul cilindric cu diametrul interior de 13 mm, dar este mai avantajos decît acesta, căci se manevrează mai ușor și se îndoaie mai ușor în momentul atășării paharului la uger.

Colectorul cu volum mare produce pulverizarea unei părți din lapte formînd o ceață datorită recordurilor nerotunjite, unde laptele curge în "cascadă". Particulele ceații datorită balansării dopului de lapte pe furtunul lung și a variației vacuului sub mamelon acționează ca un "spray", îndreptîndu-se

cu viteză mare către uger bombardând mameloanele și făcând spălarea cu lapte a acestora.

Furtunul lung de lapte al mașinii de muls este recomandabil să aibă un diametru interior de 14 mm, eventual de 16 mm. La diametre mai mari apar dificultăți de manevrare [67, 100, 102, 103].

În caz că nu există o corelație între debitul de lapte al unei vaci și secțiunea (diametrul) furtunului de transport, între debitul de lapte total și diametrul conductei pentru transport, deplasarea laptelui pe furtune și conducte produce variații ale intensității vacuumului în amonte și în aval respective de lapte. Variațiile ciclice ale vacuumului provocate de transportul laptelui pe furtunul de lapte și pe conducta pentru lapte, se manifestă și la paharul de muls, la vârful mamelonului. Aceste variații (fig.2.9) sînt în funcție de debitul de lapte.

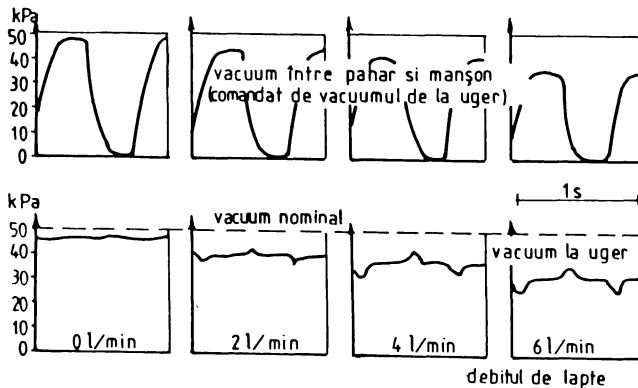


Fig.2.9. Variația intensității vacuumului în camera de pulsație și în manșonul paharului de muls, în funcție de debitul de lapte.

atît ca să asigure menținerea paharelor de muls pe mameloane. Creșterea debitului de lapte cedat la 6 dm<sup>3</sup>/min poate provoca căderea paharelor. Variații ale vacuumului apar și la conductele joase dacă se folosesc mașini cu funcționare simultană a paharelor și furtun de lapte cu diametru mic. În acest caz apar și depășiri ale intensității nominale a vacuumului, la fel

O dată cu creșterea debitului de lapte, valoarea efectivă a vacuumului în manșon scade față de valoarea nominală. La debitul de 4 dm<sup>3</sup>/min intensitatea vacuumului este la limită.

de dăunătoare pentru sănătatea ugerului. O dată cu creșterea debitului de lapte codat, în condițiile variației intensității vacuului, se modifică și regimul de deformare a manșonelor de la paharele de sule. La scăderea intensității vacuului în interiorul manșonului, datorită curgerii laptelui, se produce o deformare inversă a manșonului, așa numită "balonare", în timpul fazei de aspirație. Pentru manșonurile rigide cum sînt cele de neopren [80, 81], deformarea nu este mai mare de 1 mm și aceasta duce la o pretenționare a manșonului elastic. Manșonurile din cauciuc elastic sînt de preferat pentru că renașoasă ugerul. Manșonul pretenționat la trecerea din starea de balonare către faza de comprimare, ricoșează puternic peste mamelon, putînd duce la vîtîcarea acestuia. La faza de comprimare datorită vacuului codat sub mamelon, pereții manșonului elastic nu apăsă suficient pe mamelon, afectînd nefavorabil însușirile de sule ale paharelor mîșinii.

Circulația perturbantă a laptelui în zona manșonului, a furtunului scurt de lapte, a colectorului și mai ales în furtunul lung de lapte, perturbă și produce modificări serioase a intensității vacuului sub mamelon așa cum reiese din fig.2.10.

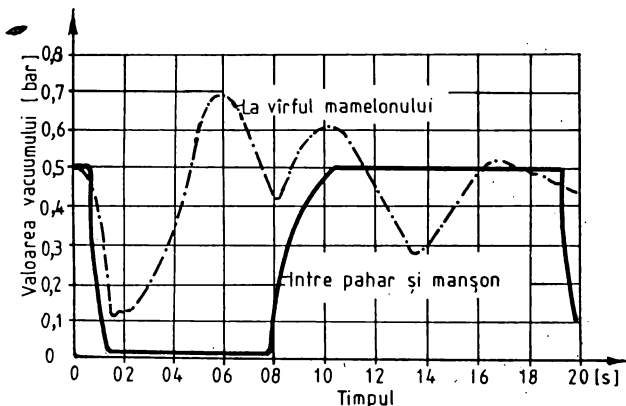


Fig.2.10. Variația ciclică a vacuului în interiorul manșonului paharului de sule, sub mamelon.

Circulația laptelui are loc în felul următor:

1. În faza de comprimare a manșonului elastic "dopul" de

lapte capătă un impuls și în zona mamelon-dop, se produce scăderea valorii vacuuzului la zero.

2. Depărtarea dopului de lapte care acționează ca un piston, în spatele dopului se produce vacuum suplimentar, intensitatea vacuuzului crește, ajunge la valoarea de 0,7 bar, adică cu 40% mai mult decât este normal și aceasta tocmai în faza de comprimare.

3. Datorită vacuuzului mare laptele se întoarce înapoi și provoacă din nou scăderea vacuuzului.

4. Mamelonul se deschide către o nouă fază de aspirație și volumul mărit favorizează revenirea dopului de lapte.

5. Faza de aspirație, în care este aspirată o nouă cantitate de lapte care se amestecă în colector cu laptele ciclului precedent.

Aceste fenomene înrăutățesc foarte mult procesul de muls și contribuie la intensificarea fenomenului de producere a aerocelilor care duc în final la intensificarea fenomenului de îmbolnăvire a vacilor de mămăiță.

### 2.7. Mașina de muls și influența ei asupra sănătății ugerului.

Agenții patogeni ajung la mameloane prin spălarea necorespunzătoare a ugerului, prin vehicularea paharelor de muls de la o vacă la alta, prin circulația laptelui în sens invers. Circulația în sens invers a laptelui în furtunile mașinii de muls este provocată de variațiile ciclice ale intensității vacuuzului. Accentuarea bombardării mameloanelor cu agenți patogeni este favorizată de pătrunderea aerului la detașarea paharelor de muls, datorită faptului că nu se efectuează întreruperea vacuuzului la paharele de muls în momentul terminării cedării laptelui.

Evitarea circulației laptelui în sens invers din furtune se face prin eliminarea mulsului în gol și evitarea pantelor urezătoare ale conductei de lapte.

Vătămarea mecanică a canalului de lapte a mamelonului la mulsul în gol are loc datorită frecării peretelui acestuia în absența <sup>simultan</sup> de lubrifiant de lapte.

Pătrunderea agenților patogeni în mameloane are loc la viteze de 6-10 m/s a particulelor de lapte pulverizat fiind se produce învingerea rezistenței canalului mamelonului. Masa de lapte care are mișcare de du-te-vino, în moi obișnuit, nu circulă cu viteze mai mari de 1-2 m/s. La colectorul cu volum mare nu mai are loc circulația în sens invers a laptelui pe furtunul scurt, dar se formează ceață din particule de lapte, aerosoli, a căror particule pot atinge viteza de 20 m/s, propagarea făcându-se sub formă de spray măresc pericolul de infectare al mameloanelor.

Pătrunderea aerului către sfîrșitul mulsului sau la începutul detașării paharelor, fiind datorită vitezei mari a curentului de aer, bacteriile sînt "împușcate" în mameloane, o parte din ele nimeresc pe canalul mamelonului, infectează mamelonul și îmbolnăvesc vacile de mamită.

Folosirea manșoanelor prea rigide și cu asperități, fisurile în furtunurile scurte sau în cele de vacuum intermitent de la pahare, mulsul în gol, valorile prea mare a intensității vacuumului, au efecte negative asupra ugerului și asupra stării de sănătate a vacilor. Sistematizarea unor cauze care contribuie la îmbolnăvirea vacilor de mamită [ 95 ] sînt prezentate în figura 2.11.

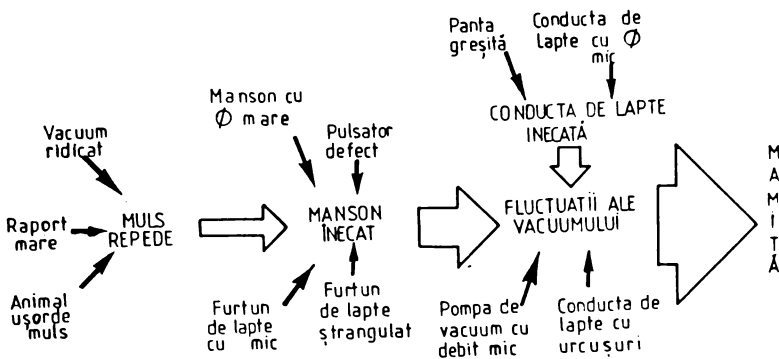


Fig.2.11. Analiza schematică a cauzelor fluctuației vacuumului care contribuie la apariția mamei.

## 2.8. Automatizarea procesului de muls mecanic.

Mecanizarea și automatizarea operațiunilor de lucru este scopul principal pentru reducerea timpului necesar mulgătorului pentru efectuarea diferitelor operațiuni înainte de aplicarea paharelor de muls și după detașarea lor de pe mameloane.

Sucesiunea operațiunilor de lucru [ 90 ] prevăzute și re-percurșiunile ce decurg reies din figura 2.12 , din care se observă că timpul efectiv cheltuit pentru efectuarea diferitelor

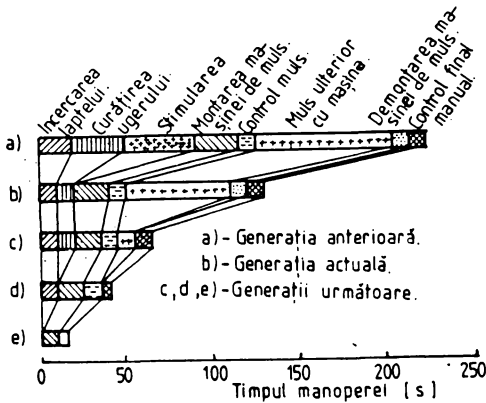


Fig.2.12. Evoluția necesarului de manoperă pentru mulsul mecanic.

Pentru evitarea mulsului în gol, spre sfârșitul mulsului, s-au realizat diferite sisteme automate pentru detașarea paharelor de muls de la uger, în momentul terminării laptelui, fiind în mod practic debitul de lapte scade sub  $200 \text{ cm}^3/\text{minut}$ . Evitarea mulsului în gol cu toate consecințele negative ce decurg, se face prin detașarea în mod lent a paharelor de pe mameloane. Mulsul complet se face când frecvența pulsațiilor este constantă și optimă, fiind raportul fazelor de lucru și a intensității vacuumului sînt corespunzătoare.

Semnalizarea sfârșitului mulsului se face cu indicatoare optice, acustice, electronice sau acustic-optic.

Întreruperea automată a mulsului se face cu dispozitive cu comandă pneumatică, electrică, sau electronică, atunci cînd debitul de lapte scade sub  $200 \text{ g}/\text{minut}$ .

operațiuni pentru mulgerea unei vaci este în continuă scădere. Reducerea timpului la muls se realizează prin mecanizarea și automatizarea operațiunilor de muls.

Automatizarea la începutul procesului de muls mecanic, constă în spălarea ugarului, efectuarea masajului, a stimulării externe și chiar atașarea paharelor [ 50 ] la mameloanele vacii.

### 2.9. Optimizarea parametrilor și a elementelor constructive ale instalațiilor de muls.

Îmbunătățirea considerabilă a procesului de muls mecanic este realizată prin determinarea parametrilor optimi la care trebuie să lucreze mașinile și instalațiile de muls. De asemenea este necesar să se acționeze pentru optimizarea și a unor elemente constructive ale mașinilor de muls ca: angoane elastice, colectoare, furcuni de transport, pulsatoare, precum și asupra unor elemente ale instalațiilor de muls cum sînt: conductele, reguletoarele de vacuum, rezervorul de uniformizare a vacuumului, pompa de vacuum.

Desigur că o îmbunătățire considerabilă a procesului de muls mecanic o aduce și introducerea unor elemente de automatizare parțială sau integrală a acestui proces, fapt ce conduce de asemenea și la economisirea forței de muncă, a consumului energetic, în paralel cu eliminarea multor riscuri de îmbolnăvire a vacilor prin evitarea mulsului în gol, reglarea intensității vacuumului în funcție de debitul de lapte, menținerea constantă a tuturor parametrilor procesului de muls.

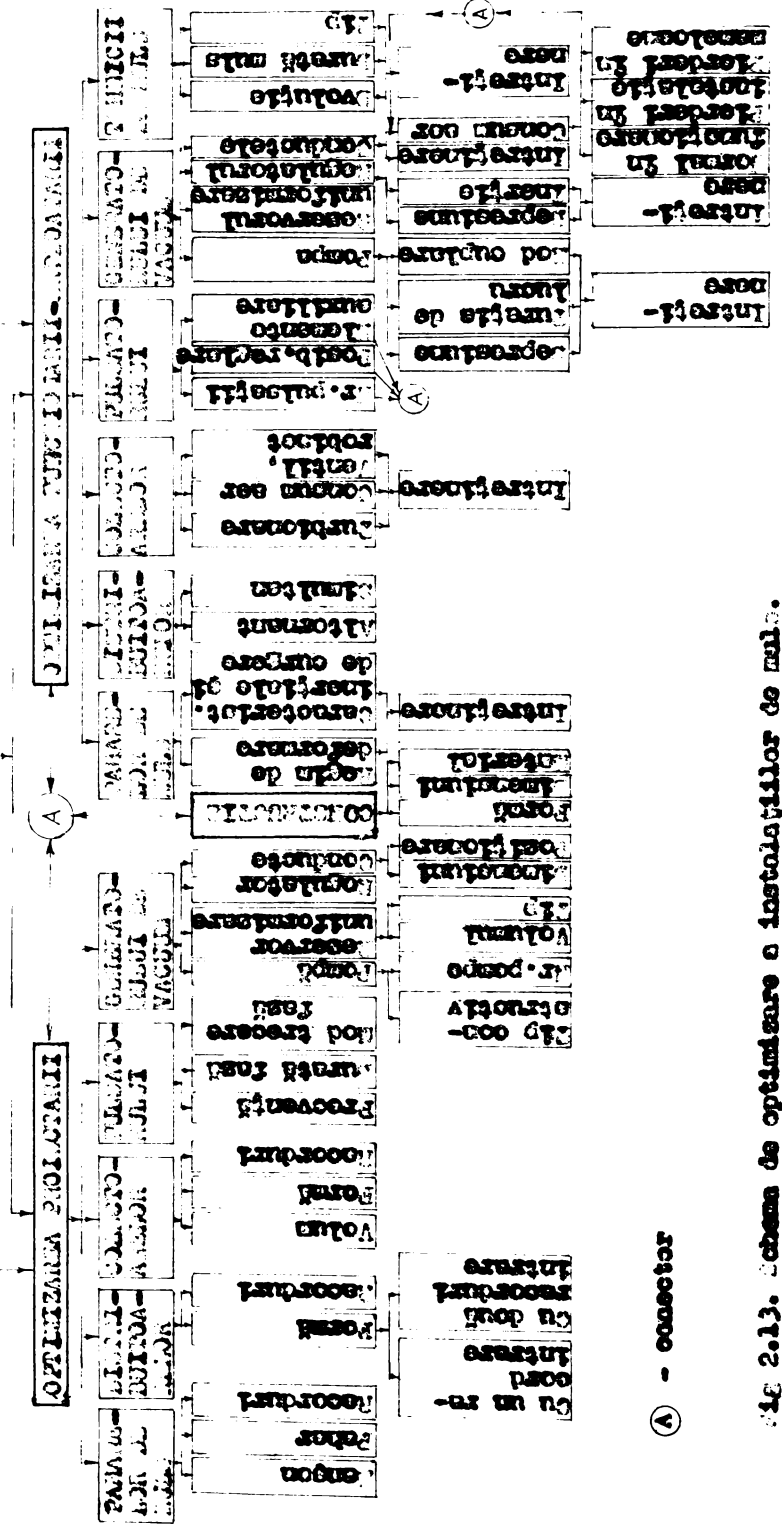
Reglarea elementelor de automatizare trebuie făcută cunoscînd optimul principalelor parametri funcționali și constructivi pentru a realiza optimizarea mulsului mecanic și a instalațiilor de muls mecanic.

Așa cum reiese din cele arătate, asupra mulsului mecanic influențează o mulțime de factori, o parte fiind analizați, iar alții fiind numai amintiți. Realizarea unui muls optim se poate obține numai prin optimizarea parametrilor mașinilor și instalațiilor de muls, prin optimizarea elementelor constructive ale instalațiilor de muls și prin optimizarea exploatării mașinilor și instalațiilor de muls. În figura 2.13 se prezintă schema optimizării principalelor elemente ale instalațiilor de muls concepută de autor din care rezultă mulțimea elementelor care influențează asupra procesului de muls mecanic. Aducerea procesului de muls mecanic la optimum este condiționată de optimizarea succedivă a parametrilor și elementelor concurente. Din figura 2.13 se observă că asupra optimizării influențează procesul de proiectare, procesul de construcție (realizare) și procesul tehnologic de exploatare.

- Reducerea consumurilor materiale;
- Reducerea costurilor de producție;
- Reducerea de manoperă;
- Creșterea fiabilității;
- Inclusiunea calității coonstruc-tive și a funcționalității.

- Reducerea consumurilor energetice și materiale;
- Reducerea costului de exploatare;
- Reducerea efortului uman;
- Creșterea producției;
- Creșterea productivității muncii;
- Reducerea duratei de exploatare;
- Reducerea incidentelor bolilor;
- Vitalizarea stresului vechilor.

INSTRUMENTE DE MĂSURĂ  
 SAU DE VERIFICARE  
 A CALITĂȚII  
 PRODUCȚIEI



Ⓐ - conector

Fig. 2.13. Schema de optimizare a instalațiilor de muncă.



PARTEA a II-a

CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND OPTIMIZAREA EXPLOATARII  
INSTALATIILOR DE MUIS VACI.

CAPITOLUL 3

3. CERCETARI SI CONTRIBUTII TEORETICE PRIVIND ELABORAREA  
MODELULUI MATEMATIC PENTRU OPTIMIZAREA UNOR PARAMETRI  
SI A UNOR ELEMENTE CONSTRUCTIVE DE LA MASINILE DE  
MUIS VACI.

3.1. Aspecte privind modelarea matematică a proceselor  
de lucru de la mașinile instalațiilor de muls.

Impușcă ea o necesitate de stringență actualitate, optimizarea parametrilor de proiectare și de exploatare de la instalațiile din zootehnie, cu precădere mari consumatoare de timp și de energie, constituie un ansamblu de faze într-o conștientă dialectică al căror program de operare are ca tendință centrală acoperirea unui criteriu în baza căruia se face optimizarea, care poate fi:

- capacitatea maximă de lucru a mașinii sau instalației zootehnice;
- consum minim de energie, combustibil, pe unitatea de lucru efectuat;
- putere minimă a sursei energetice a instalației;
- necesar redus de forță de muncă;
- pierderi minime de recoltă și produse recoltate;
- fiabilitate maximă a mașinii, agregatului;
- condiții maxime sub aspect ergonomic:
- cheltuieli minime pe unitatea de lucru efectuat
- masa redusă a agregatului.

Aplicarea optimizării, a unui criteriu de optimizare [20] implică utilizarea unor modele adecvate, care să reproducă la un grad ridicat de fidelitate procesul real. Modelul reprezintă reflectarea în sine printr-un mijloc carecarea a celor mai esențiale caracteristici ale proceselor și legăturilor reciproce ce există în cadrul mașinilor și instalațiilor zootehnice, putând fi pe ansamblu cuprinse în trei mari categorii:

- modele funcționale care reflectă comportarea parțială sau în totalitate a mașinii;
- modele fizice realizate în baza principiilor fizice a analogiei acestora cu procesul de lucru al mașinii;

- modele abstracte care abstractisează procesul funcțional pe baza unor grupe de caracteristici. În categoria modelelor abstracte fac parte și modelele matematice care reflectă procesul de lucru cu ajutorul expresiilor matematice. Elaborarea și utilizarea modelelor matematice este considerată în ultima vreme ca fiind cea mai avantajoasă metodă în multe situații, datorită cheltuielilor reduse de rezolvare, mai ales ca urmare a introducerii calculatoarelor electronice. Calculatoarele electronice acoperă în cea mai mare măsură cerințele acestui tip de modelare, implicate de diversitatea condițiilor de lucru ce se impun în calcule prin numărul mare al datelor experimentale ce se pot prelucra și prin viteza ridicată de operare.

Utilizarea calculatoarelor electronice pe scară largă în modelarea matematică a determinat transformarea acestei categorii de modelare într-o formă nouă, noțiunea de modelare automată căpătând o extindere continuă în calculele de proiectare și de exploatare.

### 3.2. Contribuții teoretice la optimizarea numărului de pulsații ale mașinilor de muls în funcție de viteza de muls.

Deoarece frecvența pulsațiilor este un parametru important al procesului de muls mecanic, care influențează viteza de muls concomitent cu păstrarea stării de confort și de sănătate a vacilor, este necesar ca în timpul procesului de muls să aibă o valoare optimă și constantă pentru a obține cele arătate în capitolul 2 la valori maxime. Determinarea și realizarea optimului frecvenței este indicată de cercetarea experimentală [17, 18, 70, 72, 73, 76, 77, 96, 97] și de calculul analitic [17, 18, 20, 76, 77].

Frecvența pulsațiilor este realizată de către pulsatoarele care sînt de diferite tipuri: pneumatice, hidropneumatice, meconpneumatice, electromagnetice, electronice.

Pulsatoarele pneumatice realizează o plajă de pulsații de la câteva pulsații pe minut, la peste 200 pulsații/min, mai frecvent întâlnite în practică fiind valorile de 40 - 120 pulsații/minut [73, 76, 77].

Pulsațiile hidropneumatice, deși sînt construite pentru a menține frecvența pulsațiilor constantă, atunci cînd se dereglează funcționarea apropiat în domeniul scelerii plaje de valori. Pulsațiile mecanopneumatice, electronice, electromagnetice funcționează la valorile frecvenței la care sînt construite și reglate de unitatea constructoare, de atelierele specializate sau de unitățile beneficiare.

Deoarece cercetările experimentale au scos în evidență că frecvența pulsațiilor influențează viteza de muls [18, 70, 77, 96, 97], reiese necesitatea optimizării frecvenței pulsațiilor pentru a obține viteza maximă de muls și timpul minim, corespunzător unei stări bune de sănătate a vacilor.

Determinarea frecvenței pulsațiilor la valoarea optimă se realizează prin cunoașterea fenomenelor care au loc în timpul mulsului, descrise în capitolul 2, care ajută la proiectarea și construirea de elemente corespunzătoare ale mașinilor de muls și apoi la exploatarea lor în afara producției în mod corespunzător, permițînd reducerea consumului de energie, a forței de muncă uzans, a pieselor necesare pentru mașinile și instalațiile de muls. În figura 3.1 se prezintă schema elementelor care contribuie la optimizarea frecvenței pulsațiilor de la mașinile de muls.

Realizarea unui optim al frecvenței pulsațiilor va permite obținerea vitezei maxime de muls. Parametru important în ceea ce privește aprecierea caracteristicilor tehnice și funcționale ale mașinilor de muls, viteza instantanee de muls  $v_{mi}$  se definește ca fiind o mărime egală cu cantitatea de lapte ce străbate în unitatea de timp unitatea de secțiune a unei conducte de racord la colector, fiind fluxul de lapte instantaneu  $\dot{\Phi}_1$ .

Pentru un interval considerat " $t_1$ " se definește viteza medie de muls  $\bar{v}_m$ , ca fiind raportul dintre cantitatea de lapte  $M_{11}$  ce străbate secțiunea conductei în intervalul de timp  $t_1$ .

$$\bar{v}_m = \frac{M_{11}}{t_1} \quad [dm^3/s \text{ sau } kg/s] \quad (3.1)$$

Considerînd  $\Delta V_1$  variația volumului interior al manșonului de muls, prin luarea ca elemente de referință starea ini-

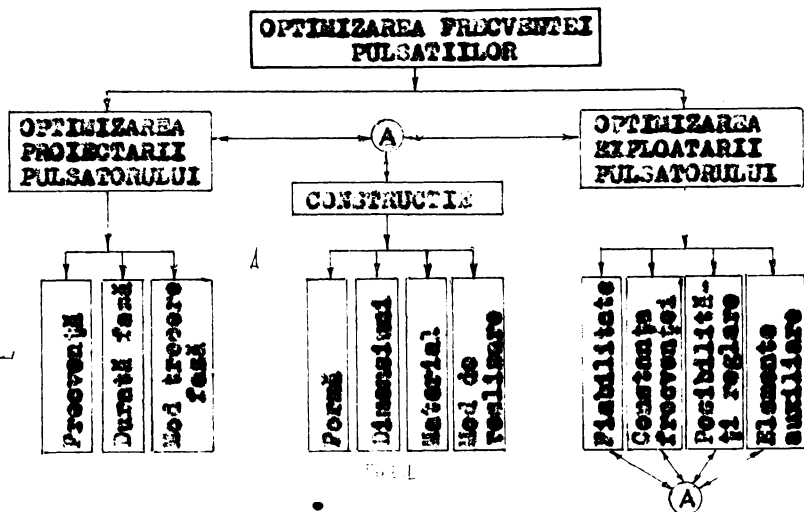


Fig. 2.1. Schema de optimizare a frecvenței pulsațiilor la pelerile de muls cu ajutorul pulsatorului.

țială (de sugere, aspirație) de volum  $V_1$  și starea finală (de strângere, comprimare, masaj) corespunzătoare volumului interior (de lucru) al manșonului  $V_2$  rezultă:

$$\Delta V_1 = V_1 - V_2 \quad (3.2)$$

Cantitatea de lapte extrasă la un ciclu de lucru (două faze) va fi:

$$\mu_1 = \beta_1 \cdot \Delta V_1 \quad (3.3)$$

în care:

$\beta_1$  este coeficient de exploatare a variației de volum a manșonului (coeficientul volumului util al manșonului), coeficient care este în funcție de numărul de pulsații, depresimea vacuumului pe rețea, caracteristicile biologice ale vacilor.

Considerând  $f_1$  frecvența pulsațiilor definită ca numărul de pulsații în unitatea de timp:

$$f_1 = \frac{n}{t_1} \quad [\text{pulsații/minut}] \quad (3.4)$$

unde  $n$  este numărul pulsațiilor care se manifestă în perioada cronometrată  $t_1$ .

Luând în considerare acești factori, se poate obține formula vitezei de muls (a debitului de lapte):

$$v_1 = n_1 \cdot f_1 = \beta_1 \cdot f_1 \cdot \Delta V_1 \quad (3.5)$$

Relația (3.5) prezintă viteza de muls ca o funcție de variațiile de volum ale mameșonului (constante pentru un regim dat la măgina de muls și un anumit tip de mameșoane), frecvența pulsațiilor la paharele măginilor de muls (și ea constantă pentru un regim considerat). La prima vedere relația (3.5) ar putea fi considerată ca lineară în raport cu frecvența  $f_1$  și variația volumului mameșonului  $\Delta V_1$ . În realitate coeficienții  $\beta_1$  fiind funcții de mai multe variabile (cel puțin două sînt fundamentale: numărul -frecvența- pulsațiilor și mărimea deprecierii pe rețea) și avînd pentru anumite puncte creșteri de valori mai importante, deci acești factori  $f_1$  sau  $\Delta V_1$  pot modifica substanțial linearitatea relației analizate.

Deoarece peste sau sub anumite valori pentru frecvența  $f_1$  și deprecierii pe rețea  $h_p$ , variația volumului mameșonului  $\Delta V_1 = \Delta V_1(f_1, h_p)$ , adică devine funcție de aceste variabile, deci cea mai corectă formă a relației (3.5) este dată de funcționala sub formă implicită:

$$v_1 - \beta_1(f_1, h_p) \cdot f_1 \cdot \Delta V_1(f_1, h_p) = 0 \quad (3.6)$$

Cercetările actuale trebuie îndreptate în direcția stabilirii unor nomograme pentru funcțiile parțiale  $\beta_1 = \beta_1(f_1, h_p)$ , presupunînd variația volumului ca funcții constante de tipul  $\Delta V_1 = \Delta V_1(f_1, h_p = \text{const.})$ .

Stabilirea acestor funcții reale va conduce la concluzii clare în ceea ce privește influența numărului de pulsații și a deprecierii pe rețea pentru creșterea vitezei de muls.

În punct de vedere fizic existența coeficientului volumului util al mameșonului de muls este justificată de existența

altor forme de riscipă a variației de volum  $\Delta V_1$ . Astfel o parte din această variație este preluată de deformarea mamelonului ugerului, iar o altă parte este determinată de "comprimarea" aerului existent în incinta manșonului elastic.

Fiind dată în forma implicită, relația (3.6) permite determinarea valorilor corespunzătoare ale frecvenței pulsațiilor  $f_1$  pentru care viteza de muls este maximă. În acest sens pentru mașina de muls considerată, se va proceda pe baza datelor experimentale la determinarea corelațiilor optime care exprimă variația  $\beta_1 = \beta_1(f_1, h_p)$ , găsindu-se astfel ecuația optimă a planului de definiție a funcției  $\beta_1$  de forma:

$$\beta_1 = f(f_1) + g(h_p) \quad (3.7)$$

presupunind posibilă separarea de variabile.

Înlocuind în relația (3.6) și dând o valoare constantă pentru  $h_p$ , maximal vitezei de muls va coincide cu punctul de aculare a primei derivate în care aceasta își schimbă semnul:

$$\frac{\partial v}{\partial f_1} = 0 \implies \boxed{f_1 = f_{10}} \quad (3.8)$$

egalitate echivalentă cu:

$$\frac{\partial v}{\partial f_1} = \beta'_1(f_1, h_p = \text{const}) \cdot f_1 \cdot \Delta V_1 + \beta_1(f_1, h_p = \text{const}) \cdot \Delta V_1 = 0 \quad (3.9)$$

Cercetările asupra intensității vacuzului, ca parametru esențial în procesul de muls au fost abundente, stabilindu-se unanim valoarea optimă pe rețea de 50 k/a. Pentru ca această valoare a intensității vacuzului să se mențină constantă și la peharele mașinilor de muls este necesară în continuare optimizarea elementelor constructive care contribuie și influențează transportul aerului și laptelui pe conducte, deci optimizarea la proiectare și la realizare, olt și optimizarea exploatării instalațiilor de muls.

Asupra frecvenței pulsațiilor cercetările au fost restrinse. De influența frecvenței s-a preocupat numai Weber, W. [96, 97] și autorul lucrării de față în lucrările [17, 18,

70, 72, 73, 76, 77 ], ceilalți cercetători mulțumindu-se numai să indice valoarea frecvenței la care s-au făcut cercetările. După cum s-a arătat în capitolul 2, frecvența pulsațiilor în exploatare are un domeniu de variabilitate mare, plaja de valori găsite fiind de la 40 la 80 și chiar 120 puls/min [72, 73].

Literatura din țara noastră a indicat domeniul frecvenței pulsațiilor între valorile 45 și 60 puls/min. În prezent se indică valorile cuprinse între 50 și 60 puls/min [9]. Întreprinderea constructoare de mașini de muls, respectiv de pulsatoare, a reglat pulsatoarele hidropneumatice la valoarea de  $60 \pm 3$  puls/min; în prezent construiește pulsatoarele centrale mecanopneumatice pe care le reglează la aceeași valoare a frecvenței.

Pulsatoarele pneumatice în exploatare au funcționat și mai funcționează și în prezent la unele ferme la frecvențe cuprinse între 40 și 120 puls/min. Pulsatoarele hidropneumatice funcționează la aceeași plajă de valori, atunci când apar defecțiuni.

Frecvența pulsațiilor este necesar să fie reglată la un domeniu optim, care să realizeze viteza maximă de muls și confortul vacilor concomitent cu păstrarea stării de sănătate. Găsirea domeniului optim din conexiunea programului de operare ce are ca scop acoperirea criteriului în baza căruia se face optimizarea, a fost scopul lucrării de față.

### 3.3. Contribuții la stabilirea metodologiei matematice și a modelelor optime pentru determinarea frecvenței optime corespunzătoare vitezei maxime de muls.

Cercetările experimentale au scos în evidență că există o corelație strinsă între frecvența pulsațiilor și viteza de muls la fiecare individ, la loturi de vaci grupate după producțiile de lapte, precum și la loturi negrupate după producțiile de lapte. Pentru a întări cele afirmate, în continuare se prezintă relațiile matematice stabilite, metodologia de lucru și modelele optime pentru determinarea frecvenței optime în scopul de a obține viteza maximă de muls și confortul vacilor concomitent cu păstrarea stării de sănătate.

Calcululele au fost orientate ca să permită aplicarea metodei corelației și regresiei simple.

Considerind, după determinările experimentale funcționala:

$$v_1 = P(f_1) \quad (3.1)$$

in forma discretă, prezenta-te drept perechi de valori  $(f_1, v_1)$ , unde;  $i = \overline{1, n}$ , -reprezintă indicele corespunzător încercării;  $v_1$  -este viteza de muls considerată ca variabilă dependentă;  $f_1$  -reprezintă frecvența pulsațiilor la care are loc mulsul, considerată ca variabilă independentă.

Observațiile teoretice după datele experimentale au condus la concluzia existenței unor dependențe funcționale între numărul de pulsații  $f_1$  considerat caracteristică de grupare (variabilă independentă) și viteza de muls  $v_1$  considerată ca mărime de variație (variabilă dependentă).

Pentru stabilirea formei explicite a funcționalei (3.1) se va aplica metoda corelației și regresiei simple (considerind variația parțială a vitezei de muls ca funcție de frecvența pulsațiilor). In acest caz, funcția de modelare  $P(f_1)$  descrie linia pe care se găsesc mediile condiționate  $v(f_1)$ , corespunzătoare diferitelor valori ale variabilei independente  $f_1$ , numită și linie de regresie a variabilei  $v$  în raport cu variabila  $f$ . Refinirea liniilor de regresie este un procedeu ce admite și reciproca, putindu-se vorbi în același timp și de linia de regresie a lui  $f$  în raport cu  $v$ . In practică estimarea funcției de regresie pe baza datelor observate se face urmărind reprezentarea grafică a norului de puncte obținute experimental, respectiv a curbei corespunzătoare sonelor de concentrare masivă a densității punctelor. Curba se trasează printre puncte oferind indici asupra formei funcției de estimare. Urmează calculul coeficienților optimați utilizând principiul celor mai mici pătrate. Principiul a fost enunțat încă din sec.XIX de Legendre A.M., dar a căpătat o largă utilizare mai târziu, odată cu generalizarea mijloacelor de calcul automat. Potrivit acestui principiu, dacă  $P(f_1)$  este o funcție ce aproximează variația unor măriri  $v_1$  dependente de variabilele  $f_1$  exprimate în perechi de valori  $(f_1, v_1)$  ca rezultate ale unor experimente,



atunci funcția  $F(f_1)$  este cu atât mai precisă cu cât suma patratelor diferențelor  $F(f_1) - v_1$  este mai mică.

Exprimarea matematică a acestui principiu conduce la obținerea sistemului normal, care servește la determinarea valorilor coeficienților  $A_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ) ai funcției  $F(f_1)$ , unde  $m$  este numărul maxim de coeficienți ai funcției.

Astfel, prin înlocuirea valorilor  $f_1$  în funcția  $F(f_1)$  va rezulta o diferență  $d_1$  (de obicei diferită de zero) numită și corelație:

$$d_1 = F(f_1) - v_1 \quad (3.11)$$

unde  $(f_1, v_1)$  sînt valorile determinate experimental.

Potrivit principiului celor mai mici pătrate:

$$\sum_{i=1}^n [F(f_1) - v_1]^2 = \sum_{i=1}^n d_1^2 \longrightarrow \text{minim} \quad (3.12)$$

unde  $d_1$  -sînt așa numitele corelații.

Analitic condiția (3.12) este echivalentă cu existența și anularea derivatei totale în punctul considerat, deci cu existența unui punct singular. Considerînd funcția  $F(f_1)$ , funcție de coeficienții  $A_j$  ce trebuie determinați rezultă sistemul:

$$\frac{\partial}{\partial A_j} \left\{ \sum_{i=1}^n [F(f_1) - v_1]^2 \right\} = 0 \quad ; \quad (j = \overline{1, m}) \quad (3.13)$$

Sistemul (3.13) prin derivare și particularizare conduce la un sistem Cremer, numit și sistem normal, de unde rezultă valorile coeficienților  $A_j$ .

Odată determinată funcția optimă  $F(f_1)$ , urmează verificarea rezultatelor prin:

- determinarea intensității corelației;
- aprecierea semnificației coeficienților  $A_j$ , stabilirea intervalelor de încredere;
- aprecierea liniarității (curburii) liniei (curbei) de regresie.

Procesul real cel mai fidel este modelat de o curbă poli-

nomială de forma:

$$v(f_1) = P(f_1) = A_0 + A_1 f_1 + A_2 f_1^2 + \dots + A_m f_1^m \quad (3.14)$$

Dacă presupunem cunoscute valorile coeficienților  $A_j$  ( $j = 1, m$ ), prin înlocuirea în relația (3.14) a perechilor de valori cunoscute  $(f_1, v_1)$  ( $i = 1, n$ ) se vor obține corelațiile  $\delta_i$ :

$$\left. \begin{aligned} A_0 + A_1 f_{11} + A_2 f_{11}^2 + \dots + A_m f_{11}^m - v_1 &= \delta_1 \\ A_0 + A_1 f_{12} + A_2 f_{12}^2 + \dots + A_m f_{12}^m - v_2 &= \delta_2 \\ \vdots & \\ A_0 + A_1 f_{1n} + A_2 f_{1n}^2 + \dots + A_m f_{1n}^m - v_n &= \delta_n \end{aligned} \right\} \quad (3.15)$$

Prin ridicare la pătrat și însumare rezultă egalitatea:

$$S_{AJ} = \sum_{i=1}^n (A_0 + A_1 f_{1i} + A_2 f_{1i}^2 + \dots + A_m f_{1i}^m - v_i)^2 = \sum_{i=1}^n \delta_i^2 \quad (3.16)$$

Condițiile de extrem corespunzătoare principiului celor mai mici pătrate impun existența unui punct singular pentru funcția  $S_{AJ}(A_j)$ ,  $A(A_{j0})$ , deci:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial S_{AJ}}{\partial A_0} &= 2 \sum_{i=1}^n (A_0 + A_1 f_{1i} + A_2 f_{1i}^2 + \dots + A_m f_{1i}^m - v_i) = 0 \\ \frac{\partial S_{AJ}}{\partial A_1} &= 2 \sum_{i=1}^n (A_0 + A_1 f_{1i} + A_2 f_{1i}^2 + \dots + A_m f_{1i}^m - v_i) \cdot f_{1i} = 0 \\ \frac{\partial S_{AJ}}{\partial A_2} &= 2 \sum_{i=1}^n (A_0 + A_1 f_{1i} + A_2 f_{1i}^2 + \dots + A_m f_{1i}^m - v_i) \cdot f_{1i}^2 = 0 \\ \vdots & \\ \frac{\partial S_{AJ}}{\partial A_m} &= 2 \sum_{i=1}^n (A_0 + A_1 f_{1i} + A_2 f_{1i}^2 + \dots + A_m f_{1i}^m - v_i) \cdot f_{1i}^m = 0 \end{aligned} \right\} \quad (3.17)$$

De unde rezultă sistemul normal:

$$\begin{aligned}
 n \cdot A_0 + A_1 \sum_{i=1}^n x_i + A_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + \dots + A_m \sum_{i=1}^n x_i^m &= \sum_{i=1}^n v_i \\
 A_0 \sum_{i=1}^n x_i + A_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + A_2 \sum_{i=1}^n x_i^3 + \dots + A_{m-1} \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} &= \sum_{i=1}^n x_i v_i \\
 A_0 \sum_{i=1}^n x_i^2 + A_1 \sum_{i=1}^n x_i^3 + A_2 \sum_{i=1}^n x_i^4 + \dots + A_{m-2} \sum_{i=1}^n x_i^{m+2} &= \sum_{i=1}^n x_i^2 v_i \\
 \vdots & \\
 A_0 \sum_{i=1}^n x_i^m + A_1 \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} + A_2 \sum_{i=1}^n x_i^{m+2} + \dots + A_{m-1} \sum_{i=1}^n x_i^{2m} &= \sum_{i=1}^n x_i^m v_i
 \end{aligned} \tag{3.18}$$

Se obține un sistem de  $m$  ecuații liniare independente care prin rezolvare conduce la determinarea valorilor optime pentru coeficienții  $A_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ). Calculul coeficienților se va face separat pentru fiecare animal sau pentru fiecare lot de vaci în funcție de valorile producției de lapte.

Deoarece forma funcției s-a considerat arbitrar, este necesară verificarea ulterioară a modului cum datele obținute prin prelucrare reflectă mai tare sau mai slab procesul real.

Verificarea modului cum datele obținute prin prelucrare matematică, prin calcul, verifică exactitatea aproximației dată prin curba obținută, se face prin determinarea măsurii intensității corelației. Pentru a determina această valoare se procedează la calculul raportului de corelație  $i_{v/f}$ , care pentru polinomial de gradul  $m$  se poate scrie [78] sub forma:

$$i_{v/f} = \sqrt{\frac{A_0 \sum v_i + A_1 \sum x_i v_i + A_2 \sum x_i^2 v_i + \dots + A_m \sum x_i^m v_i - \frac{(\sum v_i)^2}{n}}{\sum v_i^2 - \frac{(\sum v_i)^2}{n}}} \tag{3.19}$$

formă corespunzătoare când datele sînt aggrupate.

Corespunzător raportului (indicalui) de corelație se calculează eroarea standard a acestuia cu ajutorul formulei:

$$s_{1j} = \frac{1 - r_{v/z}^2}{\sqrt{n - m_1}} \quad (3.20)$$

unde  $m_1$  este numărul parametrilor din ecuația de regresie, adică:

$$m_1 = m + 1 \quad (3.21)$$

iar  $m$  este gradul polinomului care aproximează ecuația de regresie.

Aprecierea oportunității unei ecuații de regresie dintr-o mulțime de ecuații stabilite se face în raport cu mărimea erorii standard a coeficientului de corelație, cea mai adecvată formă a ecuației de regresie fiind aceea pentru care această mărime este minimă.

Aprecierea modului cum linia de regresie stabilită este apropiată procesului real se face și prin determinarea abaterii medii pătratice -abaterii standard- calculată în funcție de vitezele de muls, indicator calculat cu ajutorul relației:

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - v_{i \cdot \text{calc.}})^2}{n - 1}} \quad (3.22)$$

formulă aplicabilă în cazul datelor negrupate.

În practică stabilirea formei optime a curbei, considerând funcționala  $v = V(x)$  de tipul polinomial, se stabilește în felul următor:

1<sup>o</sup>) Se determină valorile coeficienților  $A_j$  dintr-o valoare indicelui  $j$ , astfel încât să se asigure acoperirea intervalului de valori posibile pentru acești coeficienți;

2<sup>o</sup>) Pentru fiecare valoare  $j$  corespunzătoare gradului funcției polinomiale, se calculează valorile indicelui de corelație  $r_{v/z_j}$  (formula 3.19), eroarea standard a ecuației  $s_{1j}$  (formula 3.20), precum și abaterii medii pătratice  $s_j$  (formula 3.22);

3<sup>o</sup>) Funcția polinomială optimă corespunde valorilor minime ale abaterii standard, a indicelui de corelație și a abaterii medii pătratice, adică:

$$j_{\text{optim}} = \left\{ \left\{ s_{1j_{\text{opt}}} \wedge s_{j_{\text{opt}}} \right\} \left\{ s_{1j_{\text{opt}}} = \min_j \{s_{1j}\} \wedge s_{j_{\text{opt}}} = \min_j \{s_j\} \right\} \right\} \quad (3.23)$$

În cazul în care condiția (3.23) nu este îndeplinită se va considera optimă valoarea indicelui  $j$  corespunzătoare minimumului mediei:

$$j_{\text{opt}} \iff \frac{s_{1j_{\text{opt}}} + s_{j_{\text{opt}}}}{2} = \min_j \left\{ \frac{s_{1j} + s_j}{2} \right\} \quad (3.24)$$

Observație: Valorile pentru care se calculează media aritmetică  $\frac{s_{1j} + s_j}{2}$  sînt doar cele corespunzătoare cazului

pentru care nu este satisfăcută condiția (3.23) decît parțial, adică:

$$\begin{aligned} \min_j \{s_{1j}\} &= s_{1j_{k1}} \text{ , respectiv} \\ \min_j \{s_j\} &= s_{j_{km}} \end{aligned}$$

decî există două valori distincte  $j_{km} \neq j_{k1}$ , incluzîndu-se în acest caz toate valorile corespunzătoare indicilor  $j_{km}(j_{k1})$  pentru care:

$$s_{1j} > s_{1j_{k1}} \wedge s_j > s_{j_{km}} \text{ sau reciproc.} \quad (3.25)$$

4<sup>o</sup>) După stabilirea funcțiilor optime urmează interpretarea rezultatelor obținute, putîndu-se observa bine existența unor erori din experiment, datorate fie unor erori de măsurare proprie zise, fie unor condiții externe, accidentale diferite, efectuîndu-se în același timp observații asupra caracterului corelațiilor, constanța sau variabilitatea legilor funcție de animal, de producțiile medii ale acestora.

### 3.4. Contribuții teoretice la optimizarea vitezei de muls ca funcție de valoarea intensității vacuzului din rețea.

Problema stabilirii unor relații funcționale independente și explicite în funcție de valoarea intensității vacuzului din rețea de formă:

$$v_1 = v_1(h_p) \quad (3.26)$$

Întâmpină o serie de dificultăți generale datorate mai ales faptului că apar în relația (3.6) și influențe tipice determinate de caracteristicile sau neomogenitățile materialului din care este confecționat manșonul, de tehnologia și tipologia constructivă a manșonului, de particularitățile montării manșonului în paharul de muls, de construcția paharului și de particularitățile morfofiziologice ale vacilor. Din această cauză stabilirea unor funcționale de tipul (3.26) presupune acceptarea unor ipoteze simplificatoare, care liniarizează sau fac abstracție de influența unuia sau a mai multora din factorii enumerați anterior.

Cazul 1. Liniarizarea relației (3.26) se poate face prin substituirea influenței factorilor prin multiplicarea funcționalei argumentului prin coeficienți  $k_i$  a căror variație este legată de influența factorilor asupra vitezei de muls după cum urmează:

$k_{1m}$  - coeficient de influență determinat de caracteristicile materialului manșonului;

$k_{2mc}$  - coeficient de influență determinat de construcția manșonului;

$k_{3mp}$  - coeficient de influență determinat de montajul manșonului în pahar;

$k_{4op}$  - coeficient de influență determinat de construcția și materialul paharului;

$k_{5a}$  - coeficient de influență ce depinde de particularitățile animalului.

Înlocuind în relația (3.26) se obține:

$$v_1 = k_{1m} \cdot k_{2mc} \cdot k_{3mp} \cdot k_{4op} \cdot k_{5a} \cdot h_p^{\alpha} = K \cdot \Pi \cdot h_p^{\alpha} \quad (3.27)$$

unde  $\mathcal{K}_1$  este exponentul variabilei  $h_p$ , care ține cont de curgerea aerului (vacuumului) pe conductă, fiind analog coeficientului  $\mathcal{K}$  de la constantele gazelor.

Analiza relației (3.27) se face numai în condițiile în care se cunosc în orice punct valorile coeficienților  $k_1$  și  $\mathcal{K}_1$ . În practică însă, se cere mai frecvent determinarea valorilor optime ale depresiunii  $h_p$  din rețeaua de vacuum permanent, pentru care se obține maximum vitezei de sufl. Pentru aceasta este suficientă utilizarea relației (3.6).

În forma prezentată, relația (3.6) descrie o funcție de o variabilă, adică în spațiul euclidian tridimensional reprezintă ecuația unei suprafețe. Optimum parametrilor coincide cu punctul de maxim (virful) al acestei suprafețe.

Fie P punctul de maxim al acestei suprafețe. Deoarece pentru unele tipuri de pulsatoare (pneumatic, hidropneumatic) frecvența pulsațiilor  $f_1$  este funcție de  $h_p$ :  $f_1 = f(h_p)$ .

Punctul P fiind punct de extrem al funcției  $v_1$ , rezultă că el este și punct singular. Din condiția de singularitate pentru un punct dat  $P(f_{1p}, h_{pp})$  se obțin ecuațiile sistemului de calcul a coordonatelor punctului P.

$$\frac{\partial v_1}{\partial f_1} = 0 \quad ; \quad \frac{\partial v_1}{\partial h_p} = 0 \quad (3.28)$$

Făcînd abstracție de variația  $\Delta v_1(f_1, h_p)$  și aplicînd operatorii pentru relația (3.6) se obțin relațiile:

$$\frac{\partial v_1}{\partial f_1} = \frac{\partial \beta_1(f_1, h_p)}{\partial f_1} \cdot f_1 \cdot \Delta v_1 + \beta_1(f_1, h_p) \cdot \Delta v_1 = 0 \quad (3.29)$$

și

$$\frac{\partial v_1}{\partial h_p} = \frac{\partial \beta_1(f_1, h_p)}{\partial f_1} \cdot \frac{\partial f_1}{\partial h_p} \cdot f_1 \cdot \Delta v_1 + \beta_1 \frac{\partial f_1}{\partial h_p} \cdot \Delta v_1 = 0 \quad (3.30)$$

Dacă în relațiile (3.29) și (3.30) se fac substituțiile:

$$\frac{\partial \beta_1(f_1, h_p)}{\partial f_1} \cdot f_1 \cdot \Delta v_1 = A \quad \text{și} \quad \beta_1(f_1, h_p) \cdot \Delta v_1 = B$$

rezultă sistemul:

$$\begin{aligned}
 A + B &= 0 \\
 A \frac{\partial f_1}{\partial h_p} + B \frac{\partial f_1}{\partial h_p} &= 0 \quad (3.31)
 \end{aligned}$$

Sistemul de ecuații (3.31) este un sistem determinat, deoarece are determinantul caracteristic nul. Ecuațiile sistemului (3.31) nu sînt însă ecuații independente, deci problema are o infinitate de soluții optime pentru cuplurile de valori  $(f_1, h_p)$ . Interpretarea fizică a egalităților (3.31) conduce la concluzia că egalitatea (3.29) oferă ecuația diferențială a funcționalei  $f_1 = f_1(h_p)$  prezentată în formă implicită, deoarece frecvența pulsațiilor  $f_1$  s-a presupus ca fiind funcție de valoarea deprecieri de pe rețea. Cunoscînd funcția care descrie variația  $f_1 = f_1(h_p)$  și înlocuind-o în relația (3.29) se poate determina din egalitate valorile deprecieri pentru care viteza de muls înregistrează valoarea maximă.

Deoarece rezultă mai multe valori ale deprecieri (condiția s-a pus ca fiind necesară dar nu și suficientă) se va stabili semnul derivatei la stînga și la dreapta valorilor rezultate din anularea ecuației, alegîndu-se doar punctele de extrem. Pentru această valoare a lui  $h_p$  se va calcula valoarea frecvenței, respectiv a vitezei optime de muls.

Conștientizînd minimă afectarea acestor date de erori, aplicînd relația (3.27) se pot calcula valorile coeficientului K :

$$K_n = \prod_{k=1}^5 k_1$$

Cazul 2. Considerînd tipurile moderne de pulsație ale instalațiilor de muls (mecanopneumatice, electromagnetice, electronice) la care frecvența pulsațiilor este independentă de valoarea deprecieri vacuumului de pe rețea, condițiile de extrem pentru funcția (3.6) devin:

$$\frac{\partial v_1}{\partial f_1} = \frac{\partial \beta_1(f_1, h_p)}{\partial f_1} \cdot \Delta v_1 + \beta_1(f_1, h_p) \cdot \Delta v_1 = 0 \quad (3.32)$$



$$\frac{\partial v_1}{\partial h_p} = \frac{\partial \beta_1(x_1, h_p)}{\partial h_p} \cdot \Delta v_1 \cdot x_1 = 0 \Leftrightarrow \frac{\partial \beta_1(x_1, h_p)}{\partial h_p} = 0 \quad (3.33)$$

Relațiile (3.32) și (3.33) în formă explicită (atunci cînd se cunosc expresiile funcționale de forma:  $\beta_1 = \beta_1(x_1, h_p)$ ) permit determinarea coordonatelor punctului optim  $P(x_{10}, h_{p0})$ , corespunzător valorii maximumului vitezei de muls și în acest caz se va proceda în eventualitatea existenței mai multor perechi de soluții pentru  $(x_1, h_p)$ , la selectarea cuplului de valori corespunzătoare vitezei maxime de muls. Apariția mai multor valori ale cuplului  $(x_1, h_p)$  care verifică sistemul de ecuații (3.32) și (3.33), numărul acestora este dependent de gradul și forma funcției  $\beta_1(x_1, h_p)$ .

În cazul în care anularea derivatei nu conduce la nici o soluție, atunci maximizarea se va face utilizînd metode de programare liniară, ca de exemplu o variantă (la alegerea funcției care ține cont de ansamblul condițiilor locale) metoda simplex aplicată într-o formă care să permită utilizarea directă a fișierelor din biblioteca matematică a calculatorului electronic, pentru funcția (3.6) de două variabile. Utilizarea acestei metode se poate face punînd condiții și restricții diferite de funcționare, care pot fi din domenii diferite.

### 3.5. Contribuții teoretice la optimizarea paharelor de muls ca organe executoare asupra mamelonelor.

Paharul de muls este organul care acționează direct asupra mamelonului pentru a extrage laptele din acesta. Elementul constructiv al paharului care vine direct în legătură cu mamelonul este manșonul elastic.

Asupra manșonului elastic, olt și asupra mamelonului acționează vacuumul continuu și forțele rezultate din acțiunea acestuia. Asupra manșonului mai acționează intermitent și presiunea atmosferică și forțele rezultate din acțiunea acesteia, manșonul acționînd asupra mamelonului. În interiorul manșonului și a furcului scurt are loc manifestarea și acțiunea vacuumului, concoc-

mitent cu curgerea laptelui, dînd naștere la fenomene complexe.

Efectuarea unei operațiuni de lucru corecte, de extragere a laptelui în timp cît mai scurt, cu viteșii maximă, fără a influența negativ sănătatea vacilor o-a realizat și se contineu printr-o îmbunătățire progresivă a elementelor paharelor de muls, efectuînd astfel optimizarea acestora. În figura 3.2. se prezintă schema elementelor care influențează optimizarea paharelor de muls.

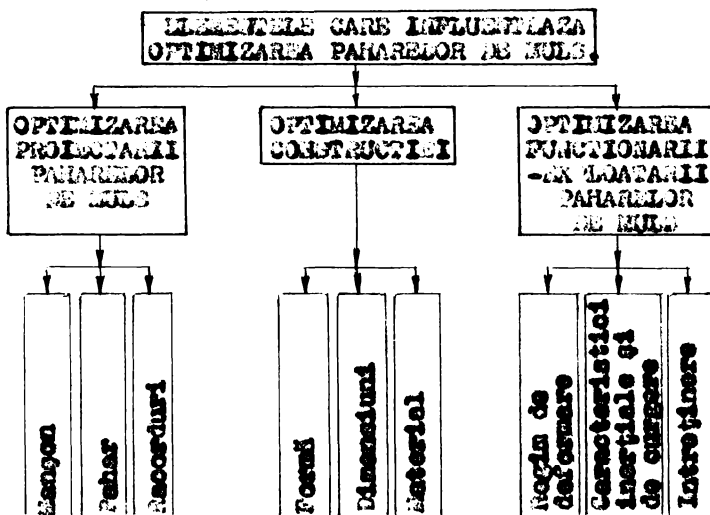


Fig.3.2. Schema elementelor care influențează optimizarea paharelor de muls.

a) - Dintre elementele paharului de muls, cea mai mare influență o are mangoanul elastic și racordurile cilindrului exterior. Mangoanul elastic în procesul de lucru (fig.3.3) exercită asupra mamelonului o forță de apăsare ce descrie o variație în spațiul  $R^4$  de forma:

$$F = F(h_p, t, x, \varphi) \quad (3.34)$$

unde:

- $h_p$  - este depresiunea realizată în rețea de pompa de vacuum;
- $t$  - este timpul instantaneu considerat de la o basă de pornire;
- $x$  - este înălțimea corespunzătoare punctului de analiză de

la extremitatea exterioară (baza) manșonului de sula;

$\varphi$  - este unghiul de poziție radială a punctului considerat.

Forța care acționează pe un element de suprafață este:

$$\begin{aligned} dF &= h \cdot dS = h_p \cdot \cos \alpha \cdot dS = \\ &= h_p \cdot r \cdot d\varphi \cdot dx \cdot \cos \alpha \end{aligned} \quad (3.35)$$

unde:

$$dS = r \cdot d\varphi \cdot dx$$

$h$  - reprezintă presiunea ce acționează normal pe elementul de suprafață considerat.

Cum pentru același  $\Delta p \cdot r = r(\varphi, x, t)$  și  $\alpha = \alpha(\varphi, x, t)$ , pentru un sector dat rezultă formula forței de acționare asupra manșonului elastic:

$$F = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_x^x h_p \cdot r(\varphi, x, t) \cdot \cos \alpha(\varphi, x, t) \cdot d\varphi \cdot dx \quad (3.36)$$

Considerând valorile medii pentru  $r$  și  $\alpha$ , rezultă că vectorul  $\bar{h}_p$  este normal în orice punct la suprafața manșonului ( $\alpha_{med} = 0$ ), forța totală dezvoltată în manșon va fi:

$$F = \int_0^{2\pi} \int_0^x h_p \cdot r_m \cdot d\varphi \cdot dx = 2\pi \cdot r_m \cdot X \cdot h_p \quad (3.37)$$

Relația (3.37) introduce încă destulă eroare, deoarece analiza deformării manșonului elastic de sula a condus la observarea unor deformări distorsionate, astfel încât  $r_m < r$ ,  $r$  fiind raza inițială a manșonului nedeformat.

Considerând cunoscuta modulul de elasticitate Young  $E$  și coeficientul Poisson  $\mu$ , forța elastică a manșonului se poate exprima:

$$\Delta l = \frac{h_p}{2E \cdot I_m} \left( \frac{X^4}{12} - \frac{X^3}{6} + \frac{X^2}{12} \right) \quad (3.38)$$

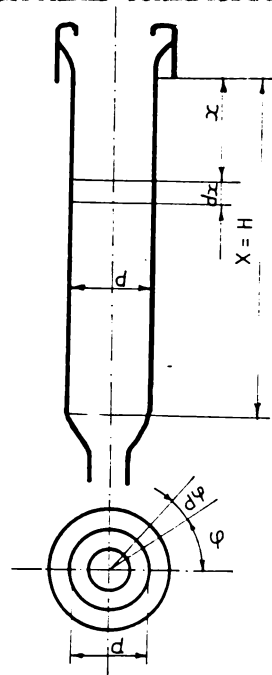


Fig. 3.3. Schema manșonului elastic.

in care:

$$I_2 = \frac{r \cdot d\varphi \cdot g^3}{12}$$

care inlocuită in relația (3.38) se obține:

$$\Delta l = \frac{6h_p}{L \cdot g^3 \cdot r \cdot d\varphi} \left( \frac{x^4}{12} - \frac{x \cdot x^3}{6} + \frac{x^3 \cdot x}{12} \right) \quad (3.39)$$

de unde:

$$r \cdot d\varphi = \frac{6h_p}{L \cdot g^3 \cdot \Delta l} \left( \frac{x^4}{12} - \frac{x \cdot x^3}{6} + \frac{x^3 \cdot x}{12} \right) \quad (3.40)$$

Introducind relația (3.40) in relația (3.37) se obține ecuația forței de acționare F:

$$F = \int_{x_1}^{x_2} h_p \frac{6h_p}{L \cdot g^3 \cdot \Delta l} \left( \frac{x^4}{12} - \frac{x \cdot x^3}{6} + \frac{x^3 \cdot x}{12} \right) \cdot dx \quad (3.41)$$

Relația (3.41) permite calcularea forței de acțiune a manșonului ca o funcție de poziția verticală a punctului considerat a unei suprafețe elementare in raport cu poziția inițială.

Făcînd corelația dintre forța elastică a manșonului și forța de acțiune datorată presiunii aerului, se poate stabili grosimea g a peretelui manșonului elastic.

b) - Consumul de aer la paharele de muls este o mărime dependentă de mărimea depresiunii vacuumului din rețea, frecvența pulsațiilor, tipul mașinii de muls și capacitatea camerelor și conductelor in care acționează vacuumul variabil.

Presupunînd procesul de expansiune la evacuarea aerului din camera paharului de muls un proces izoterm,  $V_a$  - volumul camerei de aer pentru un pahar de muls și  $V_h$  - volumul aerului după expandare, legea lui Boyle-Mariotte se poate scrie:

$$V_h \cdot p_h = V_a \cdot p_0 \quad (3.42)$$

unde:

$p_h$  -este presiunea absolută corespunzătoare depresiunii h după evacuarea aerului:

$V_a$  -este volumul inițial al aerului in camera de presiune

atmosferică, în  $m^3$ ;

$p_b$  - presiunea barometrică normală.

dar:

$$p_h = p_b - h \quad (3.43)$$

de unde:

$$V_h = \frac{p_b \cdot V_a}{p_b - h} \quad (3.44)$$

Rezultă deci volumul de aer evacuat dintr-un pahar pe un ciclu de lucru:

$V_y = V_h - V_a$ , iar în condiții normale de presiuni, volumul nominal:

$$V_{y.norm.} = V_y \frac{p_h}{p_b} = V_a \left( \frac{h}{p_b - h} \cdot \frac{p_b - h}{p_b} \right) = V_a \frac{h}{p_b} \quad (3.45)$$

Debitul maxim de aer consumat va fi:

$$C_{max} = \max \left( \frac{V_{y.norm.}}{t_1}, \frac{V_{y.norm.}}{t_2} \right) \quad (3.46)$$

în care:

$$t_1 = \frac{V}{(76 - h_p) k_p} \ln \left( \psi \frac{h_p - h_2}{h_p - h_1} \right) \quad (3.47)$$

$$t_2 = \frac{V}{76 k_p} \ln \left( \psi \frac{h_1}{h_2} \right) \quad (3.48)$$

unde:

$V$  - este volumul camerei considerate B a paharului de mla;  
 $k_p$  - coeficientul Pausal care ține cont de dimensiunile canalului și viscozitatea aerului [56]:

$$k_p = \pi \cdot d_0^4 (128 \cdot l_0 \cdot \eta_a) \quad (3.49)$$

unde:

$d_0, l_0$  - diametrul și lungimea furtunului care leagă camerele B și distribuitor;

$\eta_a$  - viscozitatea dinamică a aerului;  
 $\psi_1, \psi_2$  - coeficienți variabili care țin seama de timpul de comutare la pulsator și de nivelul vacuumului în cameră:

$$\psi_1 = \frac{152 - (h_p + h_1)}{152 - (h_p + h_2)} ; \quad \psi_2 = \frac{152 - h_2}{152 - h_1} \quad (3.5)$$

- ) influență hotărîtoare asupra vehiculării aerului o are diametrul recordului cilindrului exterior. Considerăm o vină de fluid (aer) în procesul curgerii la debitul maxim  $v_{\max}$  și pierderile ce au loc la intrarea în record și pe furtunul de lungime  $l_0$  pînă la distribuitor din ecuația lui Bernoulli se obține:

$$d_c^4 = \frac{8 \cdot \rho \cdot v_{\max}^2}{h_p \cdot \pi^2} \left[ 1 + \frac{\zeta}{8} + \frac{\lambda l_0}{d_c \cdot 8} \right] \quad (3.51)$$

În relația (3.51) se determină valoarea lui  $d_c$  prin rezolvare numerică în care valorile coeficienților de rezistență locală  $\zeta$  și ale pierderilor uniforme distribuite pe conducta de record distribuitor-pahar de muls se determină din tabele funcție de tipul concentratorilor, respectiv natura suprafețelor.

În ceea ce privește furtunul scurt de lapte calculul diametrului necesar este identic cu cel prezentat anterior, existînd alte valori pentru coeficienții  $\lambda, \zeta \varphi$ . Actual s-a stabilit că diametrul furtunului scurt de lapte trebuie să fie de 1) sau 12 mm pentru a asigura curgerea mai rapidă a laptelui și nu de 8 mm. Sub aspect economic și funcțional (creșterea fiabilității, scăderea consumului de material), cele mai bune rezultate se obțin prin utilizarea unor furtune scurte, conice, cu diametrul dinspre pahar de 13 mm și celălalt de 8 mm, furtun care prezintă în plus avantajul unei manevrabilități superioare și îndoire facilă la atașarea paharelor pe mameloane.

Realizarea în practica de proiectare și construcție a celor arătate și efectuarea întreținerilor corespunzătoare în exploatare va duce la îmbunătățirea calității mulsului.

### 3.6. Contribuții teoretice privind influența elementelor colectorului asupra mulsului și măsuri de optimizare.

Colectorul adună laptele de pe cele patru racorduri și îl dirijează spre furtunul lung de lapte, permițând în același timp circulația aerului, deci manifestarea vacuzalului spre mamelon. În colector datorită unor erori constructive cum sînt: colector cu volum mare, racorduri nerotunjite, se produc turbulențe care generează ceață. Formarea dopului de lapte pe furtunul lung, datorită mișcării pendulatorii, produce variația intensității vacuzalului, particulele de ceață antrenate produc fenomenul de spray, o parte din aceste particule bombardează mameloanele vacii, unele nimerind pe canalul mameloanelor le infectează. Toate cele arătate au influență negativă asupra procesului de muls. Apariția acestor fenomene negative sînt influențate și de volumul colectorului, diametrul și raza de curbură a racordurilor. Asupra colectorului actual trebuie aduse îmbunătățiri în ceea ce privește volumul camerei colectorului, a racordurilor, a ventilului folosit, pentru a realiza un optim de transport a aerului și laptelui. În figura 3.4 se prezintă elementele asupra cărora trebuie acționat pentru optimizarea colectorului în vederea unei bune funcționări în procesul de muls.

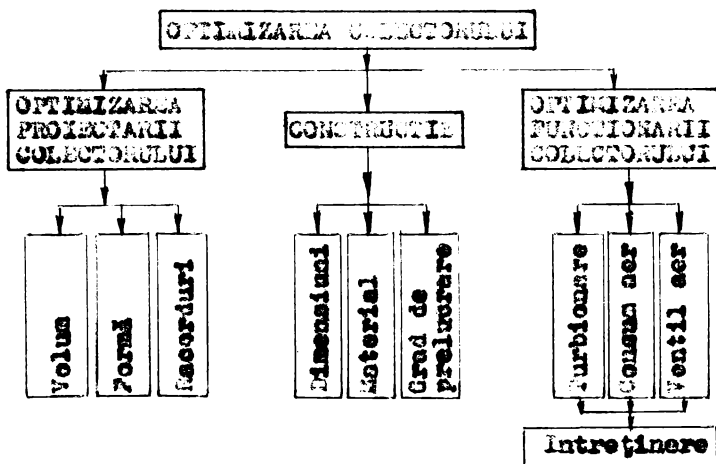


Fig.3.4. Schema elementelor care influențează optimizarea colectorului.

Îmbunătățirea parametrilor constructivi ai colectorului se obține și cu ajutorul calculului matematic prin stabilirea funcționalilor și rezolvarea lor pe calculator. În procesul de curgere a laptelui prin colector se va căuta respectarea criteriului de curgere laminară pe lungimea racordurilor, precum și scăderea rapidă a vitezei celor patru jeturi de lapte la intrarea în camera colectorului prin modificarea constructivă a ajutoarelor ștuțurilor de racord la camera colectorului.

În condiția de curgere laminară pe lungimea racordului, rezultă diametrul optim:

$$d_{rc} = \sqrt{\frac{4q_{max}}{6\pi v_0}} \quad (3.52)$$

în care:

$q_{max}$  - este debitul maxim de lapte;

$v_0$  - viteza optimă de transport a laptelui (experimental estimată între 2-3 m/s).

În actuala concepție constructivă neexistând rotunjiri ale racordurilor la suprafața interioară a colectorului, considerând jetul de lapte lansat din ștuț spre camera colectorului dintr-un punct situat la distanța  $l$  de secțiunea de lansare, potrivit formulei lui Abramovici [7, pag.162], viteza corespunzătoare în lungul axei centrale a jetului va fi

$$v_{ax} = \varphi_r \frac{v_0 \cdot d_{rc}}{l} \quad (3.53)$$

unde coeficientul  $\varphi_r$  se determină cu formula lui Konovalov [7, pag.162]:

$$\varphi_r = \frac{2,9}{1 + 2,9 \frac{d_{rc}}{l}} \quad (3.54)$$

Pentru reducerea suplimentară a vitezei, dublată de diminuarea pericolului spălării cu lapte a mameloanelor, se recomandă utilizarea unor colectoare în care racordul între ștuț și camera colectorului să fie de tip duză inversă (fig.3.5)

Considerând debitul maxim de lapte constant, se obține:



$$v_{max} = \text{const.}$$

$$v_{max} = \mu \cdot s_1 \sqrt{2g \frac{p_0 - p_{hp}}{\delta l}} \quad (3.95)$$

unde:

$v_{max}$  - este debitul maxim de lapte de la un mamelon;

$\mu = \frac{\varphi_r}{\sqrt{1 - m^2}}$  - este coeficientul de debit care depinde de construcția duzei și de cifra Re (Reinolds), calculată ea fiind:

$$Re = \frac{v_0 \cdot d_{rc}}{\nu} \quad (3.56)$$

unde  $\nu$  - este vîscozitatea cinematică a laptelui;

iar:

$$m = \frac{s_1}{s_2} \quad (3.57)$$

a cărei valoare pentru o duză tipizată este prezentată în

figura 3.6, unde se dau curbele tipizate  $\mu = f(Re)$  pentru diferite valori ale raportului secțiunilor  $m$ . Presiunea  $p_0$  se determină din condiția de continuitate:

$$p_0 = p_{hp} + \frac{\delta l \cdot v_{max}^2}{2g \cdot \mu^2 \cdot s_1^2} \quad (3.58)$$

Introducerea acestui amendament constructiv poate conduce la micșorarea dimensiunilor camerei colectorului, îmbunătățindu-i în același timp și parametrii funcționali.

Fig.3.6. Valorile coeficientului de debit  $\mu$  funcție de Re pentru diferite valori ale raportului secțiunilor  $m$ .

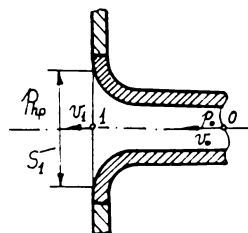
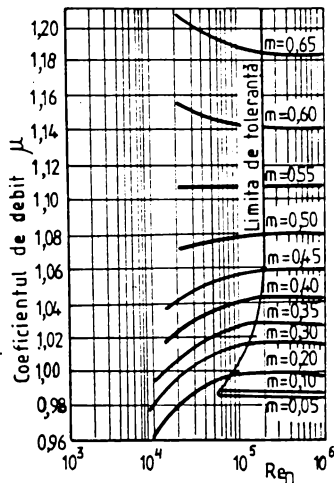
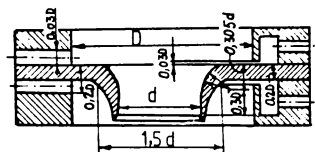


Fig.3.5. Schema de calcul a ajutațului divergent.



### 3.7. Contribuții la stabilirea consumului și a pierderilor de aer de către mașina de muls în vederea optimizării instalațiilor de muls.

Pentru determinarea teoretică a consumului de aer în mașina de muls ca expresie de pornire se consideră ecuația de stare a gazelor (Mendeleev-Clapeyron), considerată ca reflectind cel mai bine complexitatea procesului de lucru din camera paharului de muls. La producerea depresiunii pe rețea procesul de lucru se consideră adiabatic.

La prima modificare a depresiunii în camera dintre cilindrii se va găsi [46] cantitatea de aer:

$$\Delta G_1 = \frac{(p_b - p_h)}{R_a \cdot T} \cdot V_h \quad (3.59)$$

unde:

- $R_a$  și  $T$  - sînt constanta și temperatura absolută a aerului;
- $(p_b - p_h)$  - diferența de presiune dintre presiunea atmosferică și presiunea din camera interparietală în timpul aspirației.

În faza de compresie (masaj) în camera de muls se formează o nouă cameră cu volumul  $V_a$  (fig.3.7). Cantitatea de aer

$\Delta G_2$  necesară pentru umplerea acestei camere este proporțională cu presiunea barometrică  $p_b$ :

$$\Delta G_2 = \frac{p_b \cdot V_a}{R_a \cdot T} \quad (3.60)$$

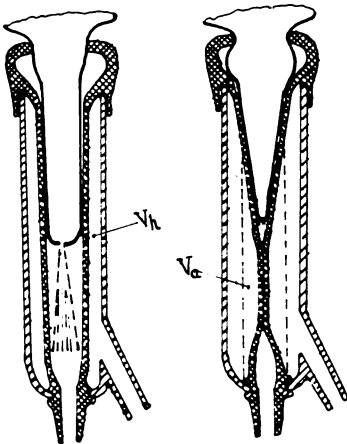


Fig.3.7. Schema camerelor paharului în un ciclu de lucru pentru calculul consumului de aer.

Prin micșorarea diametrului cilindrului exterior al paharului de muls, se determină o micșorare substanțială a consumului de aer al mașinilor de muls.

Pentru determinarea cantității de aer consumată în mașina de muls corespunzător unui ciclu de lucru se scriu

ecuațiile de stare a gazelor. La racordarea camerei interparietale cu aerul atmosferic avem:

$$G_1 = \frac{p_b(V_a + V_h)}{R_a \cdot T} \quad (3.61)$$

iar la conectarea cu rețeaua de vacuum:

$$G_2 = \frac{p_h \cdot V_h}{R_a \cdot T} \quad (3.62)$$

Rezultă că la un ciclu de funcționare a peharului de muls se produce o modificare a cantității de aer în camera interparietală de la  $G_1$  la  $G_2$  cu cantitatea:

$$\Delta G = G_1 - G_2 = \frac{V_h}{R_a \cdot T} (p_b - p_h) + \frac{p_b \cdot V_a}{R_a \cdot T} \quad (3.63)$$

Din relația (3.63) se constată că mașina de muls constituie de fapt o "rezistență liniară" de tipul discret: ea produce un consum cu întreruperi (pe porții) a aerului și nu în timpul real, ci în timpul parametrului discret.

Fie  $n$  numărul de impulsuri, egal cu numărul deschiderilor fiecărei supape (de comandă locală sau centrală).

Cantitatea de aer care trece prin rezistența camerei interparietale în timpul celor  $n$  impulsuri este:

$$G = n \cdot \Delta G = \frac{n \cdot V_h}{R_a \cdot T} (p_b - p_h) + \frac{n \cdot p_b \cdot V_a}{R_a \cdot T} \quad (3.64)$$

Considerând duratele impulsurilor suficient de mici se poate defini viteza de consum a aerului ca fiind cantitatea de aer consumată în unitatea de timp. Expresia instantanee a acestei mărimi va fi dată de relația:

$$\begin{aligned} g &= \frac{dG}{dt} = \frac{V_h}{R_a \cdot T} \cdot \frac{dn}{dt} (p_b - p_h) + \frac{V_a}{R_a \cdot T} \cdot \frac{dn}{dt} \cdot p_b = \\ &= \frac{V_h \cdot f_1}{R_a \cdot T} (p_b - p_h) + \frac{V_a \cdot f_1}{R_a \cdot T} \cdot p_b = \\ &= \alpha_1 \cdot f_1 (p_b - p_h) + \alpha_2 \cdot f_1 \cdot p_b \end{aligned} \quad (3.65)$$

unde  $f_1$  - este frecvența instantanee a impulsurilor;

$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$  - este conductibilitatea hidraulică pulsatoare în timpul real, care ține cont de "rezistența" camerei interpartiale.

În calcule s-a luat:

$$\alpha_1 = \frac{v_h}{R_n \cdot T} \quad \text{și} \quad \alpha_2 = \frac{v_n}{R_n \cdot T}$$

Relația (3.65) conduce la concluzia că viteza consumului de aer și respectiv consumul de aer depind de depreciaunea din rețea, de variațiile presiunii atmosferice și de frecvența pulsațiilor. Această relație constituie una din relațiile fundamentale de optimizare a procesului funcțional la mașinile de muls și contribuie în plus la dimensionarea pompelor și a conductelor de vacuum.

Tot din această relație dacă se consideră integrarea pentru calculul dependenței consumului de aer de durata relativă a fazei de sugare se observă faptul că aceasta se modifică după o funcție de gradul doi.

În practică datorită faptului că acest consum este dependent -cu o pondere mai mică- și de alți factori, pentru calculul consumului real de aer este necesară considerarea în calcul a unor coeficienți care sînt în funcție de durata relativă a fazei de sugare. Valorile acestor coeficienți după cercetările efectuate de Kerimov [45] sînt date în tabelul 3.1.

La valorile determinate cu relațiile anterioare pentru consumul de aer trebuie adăugate și alte valori corespunzătoare unor pierderi sau consumuri suplimentare de aer din mașina de muls, ca de exemplu pătrunderea vacuumului prin canalul mamelomului în cisterna ugerului [27], sau pătrunderea aerului în pebarele mașinii de muls în momentul atașării și detașării pebarelor la și de pe mameloanele vacilor.

Tabelul 3.1.  
Coeficienții de corecție în funcție de durata relativă a fazei de aspirație, date în %.

Durata relativă a fazei de aspirație, în %	Coeficientul de corecție
50	1,0
60	1,1
65	1,4
70	2,0

PARTEA a III-a

CONTRIBUTII EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA  
EXPLOATĂRII INSTALAȚIILOR DE MULE VACI.

CAPITOLUL 4.

4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PENTRU STABILIREA REGIMULUI  
OPTIM DE FUNCȚIONARE A MĂȘINILOR INSTALAȚIILOR DE  
MULE ÎN FUNCȚIE DE PREVENȚIA TULBURĂRIILOR.

4.1. Stabilirea metodologiei de lucru și a aparatului  
folosite.

În scopul ridicării gradului de generalitate al cercetărilor efectuate, determinările experimentale au urmărit procesul de lucru al mășinilor de mule la două instalații de mule prevăzute cu pulsaatoare hidropneumatice și mecanopneumatice de la ferma IAS Sînzandrei.

Experimentările s-au făcut pe o instalație de mule la platformă de tip "tandem" cu 2 x 4 locuri și mășini de mule la care s-au efectuat trei experiențe: "O", "B" și "C", în trei perioade diferite de timp și pe o instalație de mule la bidon de tip BB-3, la care s-a efectuat o experiență "A".

Determinările pe instalația de mule la platformă s-au făcut folosind mășini de mule prevăzute cu pulsaatoare hidropneumatice (două experiențe "O" și "B", corepunzătoare loturilor de vaci 1, 2, 3 și 1B, 2B, 3B) și cu pulsaatoare mecanopneumatice (experiența "C" cu loturile de vaci 1C, 2C și 3C).

Reglarea frecvenței pulsaatoarelor hidropneumatice, la prima experiență "O", s-a făcut din 5 în 5 pulsații, respectiv 45, 50, 55, 60, 65 și 70 pulsații/minut.

Deoarece s-a constatat că variația vitezei de mule se produce cu valori distincte între 50 și 60 puls/min, s-au făcut determinări la experiența a doua "B", folosind tot pulsaatoare hidropneumatice, reglate însă cu rația doi, la frecvența pulsațiilor de: 50, 52, 54, 56, 58 și 60 pulsații/minut. Reglarea frecvenței pulsațiilor cu acest pas s-a făcut cu scopul de a găsi cât mai exact domeniul frecvenței optime. Reglarea pulsaatoarelor hidropneumatice la frecvențele indicate s-a efectuat la Centrul pentru Construit și Reparat Utilaje Zootehnice

Sinandrei, centru specializat în repararea și etalonarea pulsetoarelor hidropneumatice, fiind dotat cu personal calificat și standuri pentru repararea și verificarea acestui tip de pulseator.

Reglarea frecvenței pulseatorului mecanopneumatic (prima experiență "A" cu pulseator mecanopneumatic, corespunzător loturilor 1A și 2A) s-a efectuat prin modificarea diametrului roților de la transmisia motor-reductor, calculate pentru frecvențele de 50, 55, 60 și 65 pulsații/minut.

Altă gamă de determinări (a doua experiență "C" cu pulseator mecanopneumatic cu loturile 1C, 2C și 3C) s-a efectuat la frecvența pulsațiilor de: 50, 53, 55, 58 și 60 pulsații/minut.

Roțile au fost construite la IMIA Sibiuoara, apoi încercate pe instalații și ajustate pentru a le corecta, prin tăiere, tot la Centrul pentru Construit și Reparat Utilaje Zootehnice Sinandrei.

Măsurarea cantității de lapte muls de la o vacă cu mână de muls la instalația cu colectarea laptelui la conductă cu platformă tip "Maniem" s-a efectuat cu ajutorul recipientelor de 25 dm<sup>3</sup>, gradate pentru acest scop. Inițial la fiecare recipient s-a făcut verificarea și aducerea la indicația de pe recipient prin adăugarea sau scăderea plusului sau minusului constat. Determinarea cantității de lapte s-a făcut prin citire directă la începutul și sfârșitul mulsului a cantității de lapte din recipient. Determinarea cantității de lapte muls s-a făcut prin diferența dintre cantitatea de lapte de la sfârșitul mulsului unei vaci și cantitatea inițială, existentă în recipient, la începutul mulsului vacii respective.

Măsurarea cantității de lapte muls de la o vacă la instalația de muls la bidon de tip IMB-3, s-a efectuat prin măsurarea individuală a cantității de lapte muls de la fiecare vacă, prin golirea bidonului cu lapte într-un vas gradat.

Măsurarea timpului s-a efectuat prin cronometrare din momentul în care au apărut primele picături de lapte în camera colectorului, până în momentul în care în colector a încetat să mai curgă lapte muls.

Datele obținute au fost tabelate după producțiile de lapte.

Numărul de vaci stabilit a fi urmărit în procesul de muls a fost de 60 + 60 la instalația de muls la conductă cu platformă tip "Tandem" care a folosit pulsatoarele hidropneumatice, respectiv de 60 vaci când s-a folosit pulsator central mecanopneumatic și de 40 vaci la instalația de muls la bidon IBB-3 prevăzută tot cu pulsator central mecanopneumatic.

#### 4.1.1. Cercetări experimentale pentru stabilirea regimului optim de funcționare a maginilor de muls dotate cu pulsator hidropneumatic ca funcție de frecvența pulsațiilor.

Cercetările s-au efectuat în cadrul fermei 7 Sfinandrei. Lotul luat în observație pentru determinări s-a compus din 60 vaci de rasă Friaă olandeză, cu producții diferite de lapte. Determinările au urmărit determinarea cantității de lapte și a timpului în care a avut loc mulsul, respectiv a vitezei de muls, adică a debitului mediu de cedare a laptelui, folosind șase grupe de pulsații corespunzătoare frecvențelor de 45, 50, 55, 60, 65 și 70 puls/min. Lucrarea s-a extins pe o durată de 30 de zile, efectuându-se în total un număr de 1562 determinări. Pentru mărirea preciziei și eficienței cercetării s-a urmărit diminuarea tuturor factorilor care puteau cauza perturbații sesizabile ale parametrilor care influențau procesul de muls. Astfel, ținând cont de influența pe care intensitatea vacuumului o are asupra timpului și a vitezei de muls, pe întreaga perioadă a cercetărilor s-a urmărit menținerea acesteia în limitele de 49-52 kPa, variații admise de normele ISO în vigoare.

De asemenea, în timpul determinărilor, furajarea a fost relativ constantă cu excepția a trei-patru zile ploioase când calitatea nutrețului verde a fost inferioară cerințelor, greu consumate de animale, fapt resimțit ulterior în producția de lapte.

Mulsul s-a efectuat utilizând instalația de muls la conductă cu platformă tip "Tandem", construită de IMIAA Timișoara, figura 4.1, platformă caracterizată prin dispunerea în rând a bezelor - a două rânduri de boxe situate de o parte și de alta a calcarului central necesar pentru sulgători. Construcția bezei

este executată din țevă galvanizată cu un perete longitudinal spre culoarul mulgătorilor, doi pereți transversali și două porți ce separă spațiul aferent boxei de culoarul de circulație al vacilor. Porțile se deschid astfel încît execută și dirijarea vacilor de pe culoarul de circulație în boxe și respectiv din boxe spre culoarul de circulație al vacilor, spre ieșirea din sala de muls. Acționarea porților se face manual cu un sistem de pîrghii.

Peretele dinspre culoarul mulgătorului susține rașinile

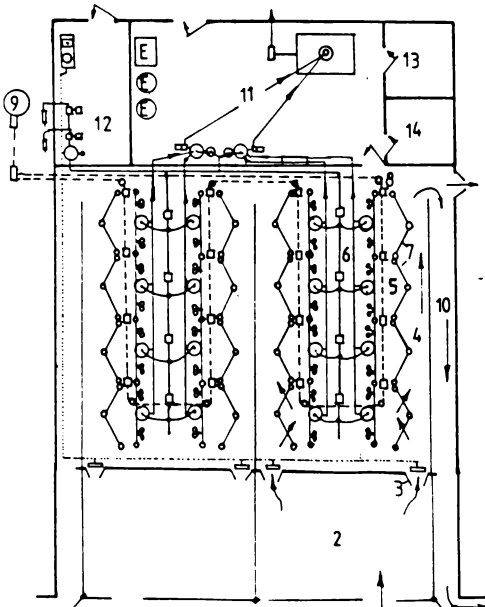


Fig.4.1. Schema platformei de muls cu instalația de tip "Tender": 1-culoar eococ; 2-sală de așteptare; 3-porți de intrare; 4-culoar circulație vaci; 5-standul de muls; 6-culoar mulgători; 7-porți; 8-jgheab hrănire; 9-buneăr furaje combinate; 10-culoar ieșire vaci; 11-lăp-tăria; 12-cala pompelor; 13-magazie bidoane; 14-laborator.

de muls, borcanele de sticlă gradate cu capacitatea de  $25 \text{ cm}^3$ , conductele pentru lapte și conductele pentru vacuum pe care sînt montate pulscatoarele hidropneumatice. Tot această conductă alimentează cu vacuum borcanele de sticlă și respectiv colectoarele și partea centrală a paharelor de muls, care asigură aspirația laptelui și transportul acestuia de la colector la borcanele de sticlă.

Mulgătorii lucrează cu cîte patru mașini fiecare, avînd productivitatea de 25-30 vaci/h.om. Instalația a avut în dotare pulscatoare hidropneumatice fabricate de IMALIA Timișoara și reglate usual pentru exploatare la frecvența de 60 puls/min, cu un raport al timpilor fazelor de aspirație, respectiv masaj de 2,5/1, adică 70 % aspirație, respectiv 30 % masaj.

În cadrul determinărilor s-a urmărit măsurarea cît mai exactă a cantității de lapte și a timpului în vederea stabilirii unei corelații între numărul de pulsații cu care funcționează mașina de muls și viteza de muls, de cedare a lap-



telui de către vaci în condițiile menținerii la minimul posibil a influenței celorlalți factori asupra acestei corelații.

Algoritmul de stabilire a metodologiei experimentale pentru determinarea regimului optim de funcționare al mașinilor de muls se prezintă în figura 4.2.

4.1.2. Cercetări experimentale privind stabilirea regimului optim de funcționare a mașinilor instalațiilor de muls dotate cu pulsator central mecanopneumatic ca funcție de frecvența pulsațiilor.

Cercetările experimentale s-au efectuat în cadrul "Complexului de vaci cu lapte" din cadrul, populat cu vaci de rasă Friaș și metiși de Friaș cu Bălțată românească.

Mulsul se face mecanic cu instalații de muls la bidon. La două grajduri instalațiile de muls au fost modernizate prin adaptarea de pulsatoare mecanopneumatice, instalațiile de muls devenind de tipul IMB-3, (fig.4.3).

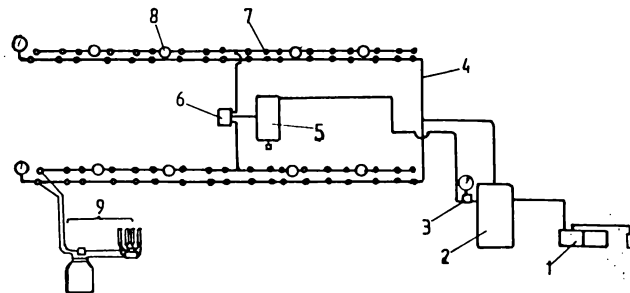


Fig.4.3. Schema instalației de muls la bidon modernizată IMB-3 cu pulsator central mecanopneumatic: 1- pompa de vacuum; 2- rezervor uniformizator de vacuum; 3- regulator de vacuum; 4- conductă de vacuum continuu; 5- rezervor tampon; 6- pulsator central mecanopneumatic; 7- conductă de vacuum intermitent cu robinete cu trei căi; 8- amplificator pulsații; 9- mașina de muls.

Pulsatorul mecanopneumatic produs al întreprinderii IMATA Timișoara, realizat în anul 1982, este alcătuit dintr-un ansamblu de elemente distincte, grupate în două părți mari: electro-motorul de acționare cu transmisie prin curea trapezoidală

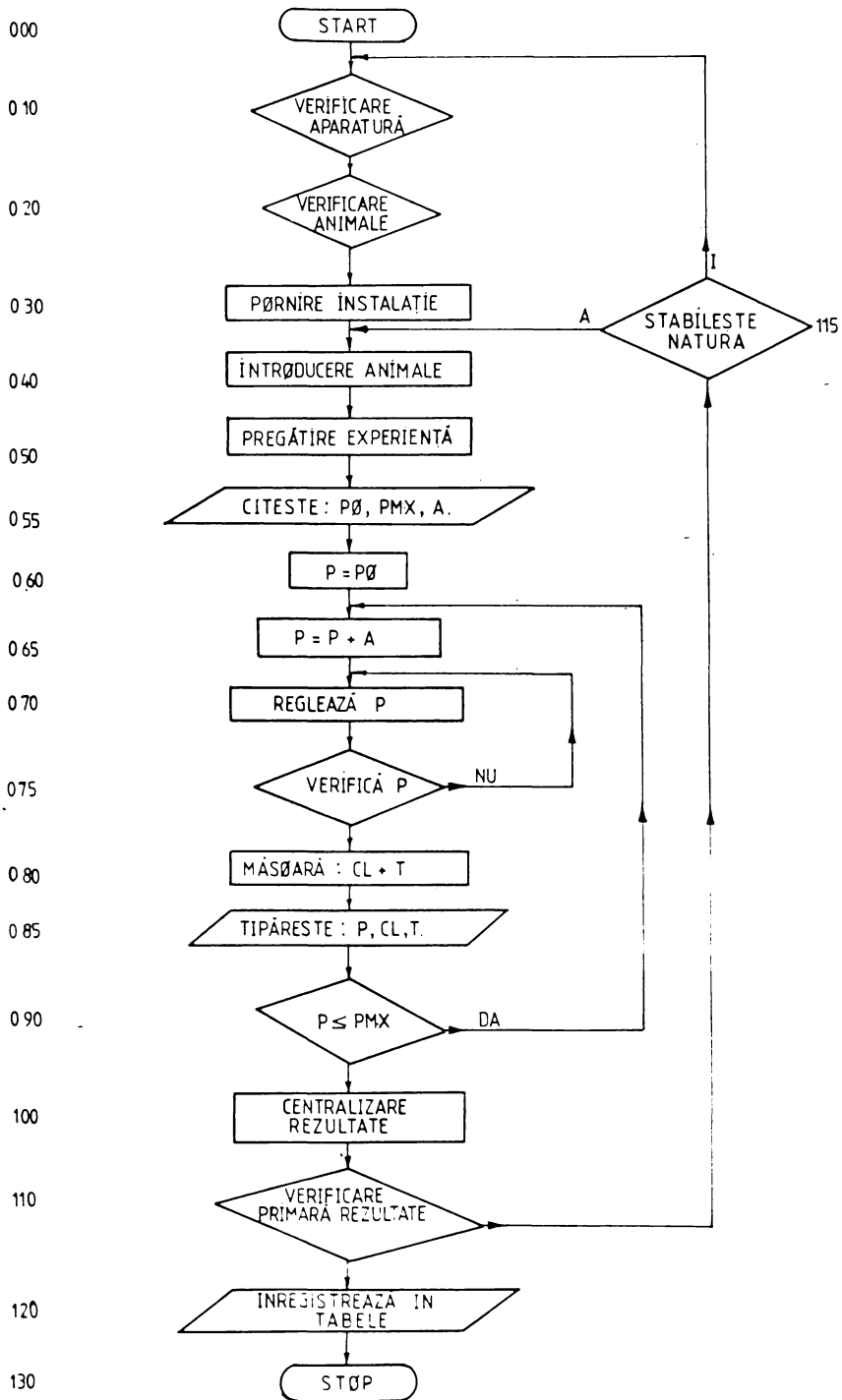


Fig.4.2.- Algoritmul stabilirii metodologiei de lucru pentru experimentări.

și reductor, și pulsatorul propriu-zis (fig.4.4). Amplificarea în intensitate a pulsațiilor este realizată cu ajutorul unor amplificatoare de linie prevăzute cu supapă dublă (fig.4.4 poz.6).

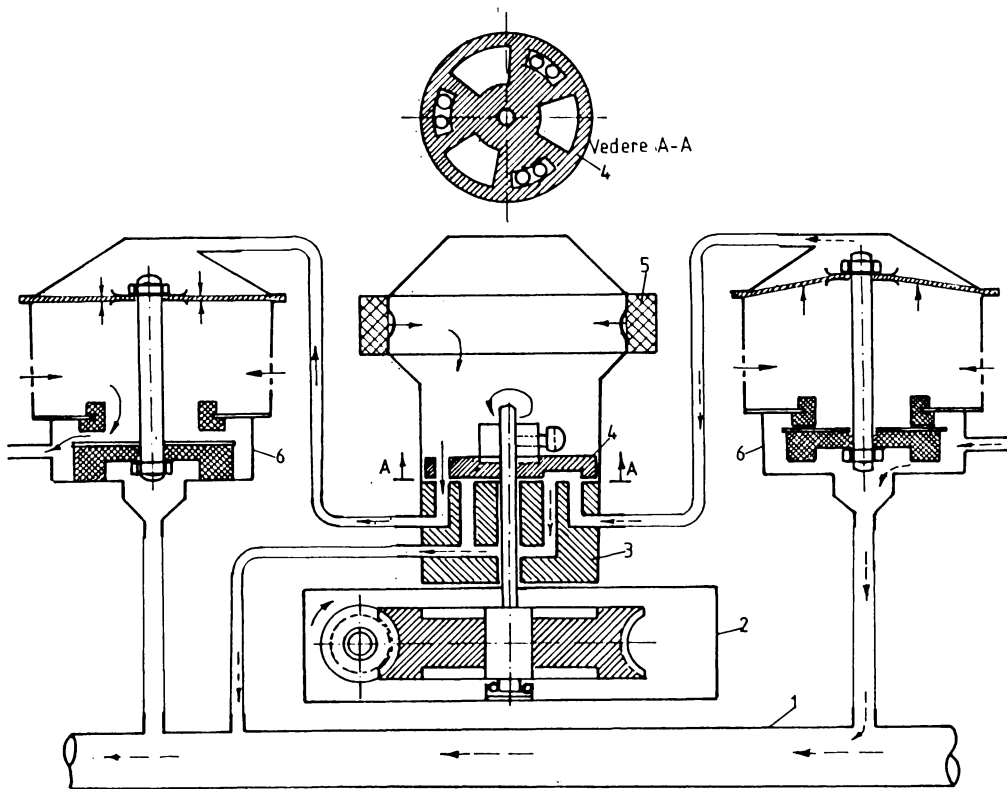


Fig.4.4. Schema pulsatorului central mecano-pneumatic cu amplificatoarele centrale: 1-conductă de vacuua continuu; 2-reductor; 3-corpul pulsatorului; 4-discul pulsatorului; 5-filtru de aer; 6-amplificator central.

Discul pulsatorului (fig.4.4, poz.4) este acționat și rotit cu circa 20 rot/min de motorul electric prin intermediul unui reductor șurub melc-roată melcată. Pulsațiile sînt generate de către discul rotitor al pulsatorului, care face alternativ legătura conductei montată pe corpul pulsatorului cu vacuua continuu, respectiv cu presiunea atmosferică, perioade de comutare fiind dată de formula:

$$T_c = \frac{2\pi}{3\omega} \quad [s] \quad (4.1)$$

unde  $\omega$  este viteza unghiulară a arborelui ce antrenează discul pulsatorului, în rad/s; s-a raportat la 3 deoarece pe discul pulsatorului există trei perechi de degașări. Degașările cu suprafața mare fac legătura cu vacuumul continuu, pe cînd degașările cu suprafața mică fac legătura cu presiunea atmosferică, -degașările fiind defazate între ele cu  $2\pi/3$ , deci la o rotație completă a discului se realizează trei comutări cu vacuumul permanent și trei comutări cu aerul atmosferic-.

Rezultă implicit dependența numărului de pulsații de turația electromotorului, de raportul de transmitere al transmisiei prin curea, de tipul constructiv (raportul intern de transmitere) al reductorului.

Potrivit normelor ISO la pulsator se fac următoarele verificări:

- frecvența pulsațiilor, în puls/min;
- raportul fazei de deschidere (de la compresiune la aspirație),  $a/T$ , în %;
- raportul de mulgere (faza de aspirație),  $b/T$ , în %;
- raportul fazei de închidere (de la aspirație la compresiune),  $c/T$ , în %;
- raportul fazei de masaj (faza de compresiune),  $d/T$ , în %;
- raportul pulsației,  $(a + b)/T$ , în %;

După normale standard actuale aceste valori trebuie să fie:

- frecvența pulsațiilor:  $60 \pm 3$  puls/min;
- raportul fazei de deschidere: maxim 20 %;
- raportul de mulgere: minim 30 %;
- raportul fazei de închidere: maxim 14 %;
- raportul fazei de masaj: minim 15 %;
- raportul pulsației: minim 50 %.

Determinările experimentale efectuate prin înregistrarea variației intensității vacuumului funcție de timp la pulsatorul mecanopneumatic la intensitatea vacuumului de 48,5 și 46 kPa și frecvența pulsațiilor de 61 și 58 puls/min, s-a obținut pulsograma din figura 4.5, din care se observă că fazele ciclului de lucru ale pulsatorului care se transmit la manșonul elastic al paharului de muls depind atât de intensitatea vacuumu-

lui cit și de frecvența pulsațiilor.

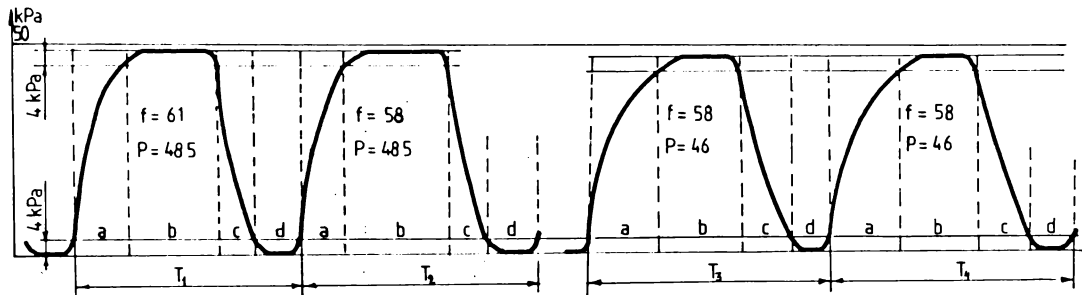


Fig.4.5. Pulsograme cu fazele ciclului de lucru transmise de pulsator în camera B a paharului de muls.

Min figura 4.5 rezultă valorile prezentate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1

Valorile faselor exprimate în procente rezultate în funcție de intensitatea vacuumului și frecvența pulsațiilor.

Pulsograma		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Intensitatea vacuumului		48,5	48,5	46	46
Frecvența pulsațiilor		61	58	58	58
Fazele pulso-gramei	a	23,64	18,98	28,40	30,87
	b	<del>32,48</del>	<del>44,30</del>	34,57	32,10
	c	15,58	15,20	20,98	19,75
	d	21,30	21,52	16,05	17,28
	a + b	62,12	63,28	62,97	62,97
Total (a+b+c+d)		100 %	100 %	100 %	100 %

Min analiza valorilor tabelului 4.1 se desprind următoarele:

- faza a crește odată cu micșorarea intensității vacuumului;
- faza b crește odată cu micșorarea frecvenței, înbuștățind astfel procesul de aspirație a laptelui, însă este diminuată de scăderea intensității vacuumului;

- faza c se mărește prin micșorarea intensității vacuumului;
- faza d se micșorează la scăderea intensității vacuumului, ceea ce face să se înrăutățească procesul de masaj;
- în suma fazelor a + b diferențele sînt nesemnificative, însă în procesul activ de lucru hotărîtoare este faza b.

Din figura 4.5 și din cele prezentate reiese că se realizează o pulsogramă mai bună la intensitatea vacuumului de 50 kPa. Prin micșorarea frecvenței s-a îmbunătățit faza b, prin creșterea duratei sale, ceea ce se deduce că prin creșterea acestei faze, pînă la o anumită limită, se va extrage mai mult lapte din mameloanele vacilor la un ciclu de funcționare.

Datele din tabelul 4.1 verifică valorile limită ale normelor ISO, însă aceasta nu este suficient și deci trebuie în continuare, în cel mai scurt timp, găsite valorile optime ale fazelor de lucru, respectiv valoarea optimă a frecvenței pulsațiilor, considerînd intensitatea vacuumului constantă la valoarea de 50 kPa.

După cum s-a prezentat frecvența pulsațiilor este dependentă de viteză unghiulară  $\omega$  a discului pulsatorului. Modificarea turației discului pulsatorului se poate realiza modificînd turația electromotorului, raportul de transmitere al transmisiei prin curea între electromotor și reductor sau raportul de transmitere al reductorului melcat.

Modificarea turației electromotorului este complicat de realizat, ea se modifică însă prin modificarea frecvenței curentului de alimentare, la fel și raportul de transmitere al reductorului melcat practic este dificil de modificat. S-a ales așa dar soluția modificării raportului de transmitere de la transmisia cu curea. Pentru modificarea acestui raport s-au considerat constante diametrul roții mici și lungimea curelei și s-a modificat corespunzător diametrul roții mari. Pentru menținerea tensiunii inițiale în curea s-a modificat distanța dintre axele arborilor, în scopul menținerii constante a valorii coeficientului de patinare și pentru ca variația numărului de pulsații real în raport cu cel determinat prin calcul să fie minimă.

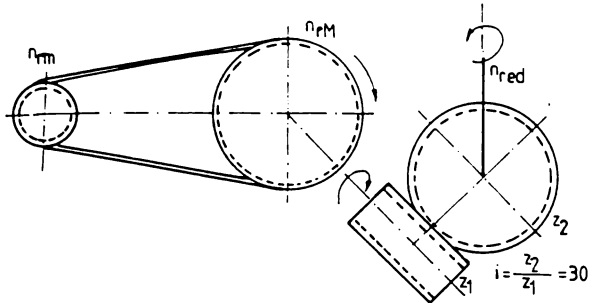
Cunoscînd valorile raportului de transmitere pentru reductorul melcat  $i_m = 1/3$  (fig.4.6) și faptul că la o rota-

ție completă a arborelui ce antrenează discul pulsatorului se obțin trei pulsații, s-a trecut mai întâi la calculul turației acestui arbore cu relația:

$$n_{red} = f_1/3 = 60/3 = 20 \text{ rot/min} \quad (4.2)$$

unde:

- $n_{red}$  - este turația arborelui ce iese din reductor, în rot/min;
- $f_1$  - frecvența nominală de lucru a pulsațiilor;
- $n_{rm} = 30 \cdot n_{red}$  - este turația la arborele roții mari;



(4.3)

Fig.4.6. Schema transmisiei de la arborele motorului la arborele discului pulsatorului mecanopneumatic.

Turația la arborele roții mici  $n_{rm}$  este turația arborelui

electromotorului de acționare, indicată pe plăcuța electromotorului și măsurată cu tahometrul.

Modificarea distanței dintre axele arborilor se realizează prin deplasarea electromotorului pe culisele suport. Valorile rezultate din calcul pentru turații sînt date în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2

Valorile indicilor transmisiei prin curea la arborele pulsatorului central mecanopneumatic în funcție de frecvența pulsațiilor.

Numărul pulsațiilor, în puls/min	Turația la arborele de ieșire din reductor, $n_{red}$ în rot/min	Turația la arborele de intrare a reductorului, $n_{rm}$ în rot/min	Turația la arborele electromotorului, $n_{rm}$ în rot/min	$i_{tr} = \frac{n_{rm}}{n_{red}}$
50	16,66	500	1395	2,79
55	18,33	550	1395	2,536
60	20,00	600	1395	2,325
65	21,66	650	1395	2,146

În construcție diametrul roții mari a transmisiei (de la arborele de intrare a reductorului micșor)  $d_{RM} = 135$  mm, iar diametrul roții mici de pe arborele electromotorului  $d_{rM} = 58$  mm, valori corespunzătoare unei frecvențe a pulsațiilor  $f_1 = 6$  puls/min.

Aplicând formula transmisiei prin curea (fără a se lua în calcul patinarea, adică pentru valori suficient de mici ale coeficientului de patinare  $d'$ ), se poate scrie:

$$n_{RM} \cdot d_{RM} = n_{rM} \cdot d_{rM} \quad (4.4)$$

în care,  $n_{RM}$ ,  $n_{rM}$ ,  $d_{RM}$ ,  $d_{rM}$  sînt notațiile corespunzătoare turățiilor, respectiv diametrelor la roata mare și la roata mică.

Volocind această formulă, rezultă corespunzător turățiilor stabilite, diametrele medii la roata mare, considerînd diametrul roții mici  $d_{rM} = \text{const.}$  sau  $d_{RM} = \text{const.}$  valori prezentate în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3

Valorile diametrului unei roți a transmisiei considerînd diametrul celeilalte roți constant.

Cazul	1		2	
Frecvența pulsațiilor, $f_1$ , puls/min	Diametrul mediu roată mică = const. $d_{rM}$ , în mm	Diametrul mediu roată mare $d_{RM}$ , în mm	Diametrul mediu roată mare = const. $d_{RM}$ , în mm	Diametrul mediu roată mică $d_{rM}$ , în mm
50		161,82		48,40
55		147,10		53,24
60	58	134,85	135	58,08
65		124,48		62,92

Utilizînd aceste calcule, s-a trecut la construirea celor patru roți, apoi la determinarea practică a influenței numărului de pulsații asupra vitezei de muls. Determinările s-au efectuat pe un lot de 40 vaci cu lapte, extinzîndu-se pe o perioadă de 30 zile, perioadă în care s-au realizat peste 700 determinări. În cadrul determinărilor s-a urmărit variația



vitezei de muls în condițiile modificării numărului de pulsații la 50, 55, 60, 65 puls/min, intensitatea vacuumului menținându-se constantă la valoarea de 50 kPa, cu variații mici între 49 și 52 kPa, încaadrându-se în normale ISO. Furajarea a fost constantă, neinfluențind cantitatea de lapte și viteza de muls.

Determinarea cantității de lapte de la fiecare vacă s-a făcut cu un vas gradat (măsurare volumetrică -secvențială- a cantității), iar timpul de muls s-a determinat cu ajutorul unui cronometru, considerind timpul de muls ca diferență absolută dintre momentul încetării curgerii jetului de lapte la colector și momentul de apariție a primului jet de lapte.

-La instalația de muls la conductă cu platformă de tip "Tandem", prevăzută cu pulsator central mecanopneumatic determinările experimentale a cantității de lapte muls, a timpului în care s-a realizat mulsul și ulterior a vitezei de muls s-au făcut aproximativ ca și la instalația de muls la bidou, cu deosebirile:

a)- cantitatea de lapte muls de la fiecare vacă s-a măsurat cu ajutorul borcanelor gradate, cu diviziunea de  $1,2 \text{ dm}^3$ , ca și în cazul pulsatoarelor hidropneumatice;

b)- pentru modificarea frecvenței pulsațiilor între 50 și 60 puls/min, s-a procedat la menținerea constantă a diametrului roții mari, modificându-se economic diametrul roții mici.

Calcululele s-au efectuat ca și în cazul transmisiei de la instalația de muls la bidou, valorile reieșind din tabelul 4.4.

Tabelul 4.4

Valorile diametrului roții mici  $d_{rm}$ , funcție de frecvență și celelalte elemente constructive.

Frecvența pulsațiilor, $f_i$ puls/min	Turația roții mici, $n_{rm}$ rot/min	Turația roții mari, $n_{rm}$ rot/min	Diametrul roții mari, $d_{rm}$ mm	Diametrul roții mici, $d_{rm}$ mm
50		500		54,56
53		530		57,84
55	1347	550	147	60,02
58		580		62,30
60		600		65,48

#### 4.2. Prelucrarea primară a datelor obținute experimental.

Vacile cu valorile măsurătorilor corespunzătoare efectuate la cele 60 de vaci, folosind mașini de muls prevăzute cu pulsatoare hidropneumatice, au fost grupate în trei loturi, în funcție de valorile producției de lapte după cum urmează:

- lotul 1, vacile cu producții medii de lapte cuprinse între 3,3 și 5,5  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare;

- lotul 2, vacile cu producții medii de lapte cuprinse între 5,5 și 7  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare;

- lotul 3, vacile cu producții medii de lapte cuprinse între 7 și 9,1  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare.

Zilnic s-au efectuat câte două măsurători la fiecare vacă pe toată perioada experimentărilor. Pentru a obține o valoare cât mai exactă a cantității de lapte și a timpului, s-au efectuat pentru fiecare frecvență a pulsațiilor câte 4-9 determinări, luându-se în calcule media acestora.

Mediile acestor determinări sînt prezentate în tabelele 4.5, 4.6 și 4.7, pentru producția de lapte, timpul de muls, respectiv viteza de muls rezultată din calcule. În tabele se dau și valorile medii pe lot a indicilor pentru fiecare grupă de pulsații (mediile aritmetice pe coloană).

În mod analog în tabelele 4.8 și 4.9 se prezintă rezultatele determinărilor în cazul utilizării instalației de muls cu pulsator central, mecanopneumatic reglat la 50, 55, 60 și 65 puls/min, corespunzător loturilor 1A și 2A.

Considerînd valorile medii ale timpului în care s-a realizat mulsul și vitezele de muls pe fiecare lot de vaci mulate, corespunzătoare fiecărei grupe de pulsații luate în studiu, s-a procedat la reprezentarea grafică a vitezei de muls în funcție de frecvența pulsațiilor pentru fiecare lot, grafice prezentate în figurile 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 și 4.11.

În urma determinărilor efectuate și a prelucrării primare a datelor obținute, rezultă clar dependența puternică a vitezei de muls de numărul de pulsații la care sînt reglate pulsatoarele hidropneumatice și cele mecanopneumatice.

Tabelul 4.5

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul I de vaci cu producții medii cuprinse între 3,3 și 5,5 dm<sup>3</sup> lapte/culoare, folosind pulsatoare hidropneumatice.

Nr. sa- tri- die col de lap- te	Prod. me- tri- die	Numărul de pulsații $f$ , (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ (dm <sup>3</sup> /min)											
		45		50		55		60		65		70	
		t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
1114	3,3	290	0,68	230	0,86	220	0,90	220	0,90	253	0,78	215	0,92
1128	3,9	338	0,59	244	0,96	200	1,17	272	0,86	222	1,05	213	1,10
1201	4,0	352	0,68	277	0,87	190	1,26	213	1,13	250	0,96	280	0,86
1431	4,0	362	0,66	282	0,85	222	1,00	273	0,88	264	0,91	257	0,93
1171	4,1	383	0,87	340	0,72	230	1,07	272	0,90	257	0,96	266	0,92
1018	4,2	286	0,88	328	0,77	256	0,98	265	0,95	290	0,87	280	0,90
1265	4,3	283	0,91	236	1,09	225	1,15	245	1,06	240	1,07	243	1,06
1324	4,3	325	0,79	340	0,76	250	1,04	344	0,75	278	0,93	302	0,85
1971	4,4	293	0,97	296	0,89	263	1,04	266	0,99	288	0,92	286	0,92
1310	4,6	281	0,98	246	1,13	190	1,45	260	1,06	217	1,27	280	0,96
1100	4,6	323	0,86	306	0,90	304	0,91	315	0,88	300	0,92	350	0,79
1061	4,8	336	0,86	335	0,87	270	1,07	349	0,82	283	1,02	280	1,03
1464	5,2	330	0,95	352	0,88	260	1,20	317	0,98	330	0,95	293	1,07
1471	5,2	363	0,86	366	0,85	340	0,92	327	0,95	330	0,95	360	0,86
1143	5,3	348	0,91	370	0,86	348	0,91	350	0,91	410	0,78	342	0,93
$\Sigma$	62,2	4853	12,38	4548	13,26	3768	10,15	4288	10,02	4212	10,34	4247	10,10
$\bar{X}_{X,LT}$	4,41	324	0,82	303	0,88	251	1,08	286	0,93	281	0,96	283	0,94

Tabelul 4.6

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$ , și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 2 de vaci cu producții medii cuprinse între 5,5 și 7  $dm^3$  lapte/mulsare, folosind pulsteoare hidropneumatice.

Nr. me- tri- ool de lap- te.	Prod. me- tri- die	Numărul de pulsații $f$ , (puls/min), timpul $t$ (s), și viteza de muls $v$ ( $dm^3/min$ ).											
		45		50		55		60		65		70	
		$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$
471	5,6	363	0,92	366	0,92	320	1,05	327	1,03	270	1,24	360	0,93
373	5,6	470	0,72	320	1,05	270	1,24	314	1,08	285	1,18	320	1,05
287	5,7	278	1,23	285	1,20	195	1,75	272	1,26	260	1,32	324	1,06
474	5,7	288	1,19	303	1,13	258	1,33	276	1,24	280	1,22	280	1,22
969	5,7	310	1,11	290	1,15	280	1,22	307	1,12	346	0,98	354	0,97
140	5,9	255	1,39	340	1,04	300	1,18	290	1,22	300	1,18	269	1,32
469	5,9	312	1,15	310	1,15	220	1,61	301	1,17	257	1,38	310	1,15
286	6,0	248	1,45	282	1,28	186	1,93	210	1,71	240	1,50	252	1,43
248	6,0	270	1,33	264	1,36	205	1,75	258	1,40	315	1,14	318	1,13
413	6,0	325	1,11	315	1,14	300	1,20	290	1,24	307	1,18	310	1,17
499	6,1	343	1,07	334	1,10	320	1,14	309	1,18	323	1,13	324	1,13
124	6,3	263	1,44	268	1,41	240	1,57	330	1,15	270	1,46	281	1,35
144	6,3	271	1,39	290	1,30	214	1,76	270	1,46	248	1,52	255	1,48
460	6,4	305	1,26	315	1,22	310	1,25	330	1,16	325	1,18	322	1,19
490	6,4	310	1,24	330	1,16	300	1,28	350	1,10	327	1,17	321	1,22
186	6,4	343	1,12	310	1,24	180	2,13	235	1,63	261	1,47	315	1,22
182	6,4	356	1,08	348	1,10	270	1,42	305	1,26	317	1,21	331	1,16
192	6,4	388	0,99	328	1,17	246	1,56	340	1,13	318	1,21	324	1,19
281	6,5	253	1,54	337	1,14	280	1,39	356	1,10	306	1,27	317	1,23
944	6,5	270	1,44	300	1,30	200	1,95	294	1,33	220	1,77	260	1,50
282	6,5	340	1,15	253	1,54	240	1,62	282	1,38	420	0,92	308	1,27
352	6,7	286	1,40	278	1,45	360	1,11	276	1,46	372	1,09	300	1,34
210	6,7	345	1,16	264	1,52	190	2,11	223	1,80	250	1,61	214	1,88
445	6,9	340	1,22	256	1,62	258	1,60	220	1,88	246	1,68	290	1,43
145	6,9	343	1,21	290	1,43	260	1,59	298	1,39	290	1,43	286	1,45
408	7,0	318	1,32	262	1,60	180	2,33	283	1,48	400	1,05	322	1,30
$\Sigma$	1625	8193	31,63	7846	32,72	6582	40,07	7546	34,30	7753	33,43	7867	32,75
$\bar{x}_{\text{medie}}$	6,25	315	1,22	302	1,26	253	1,54	290	1,29	298	1,26	303	1,25

Tabelul 4.7

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 3 de vaci cu producții medii cuprinse între 7 și 9,1  $dm^3$  lapte/mulsare, folosind pulsătoare hidropneumatice.

Nr. ma- tri- col. de lap- te.	Prod. me- tri- die	Numărul de pulsații $f$ , (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ ( $dm^3/min$ ).											
		45		50		55		60		65		70	
		$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$
283	7,1	320	1,33	355	1,20	280	1,52	292	1,46	343	1,24	290	1,47
466	7,3	292	1,50	348	1,26	306	1,44	308	1,42	343	1,28	298	1,47
095	7,3	474	0,92	293	1,50	315	1,39	332	1,32	342	1,28	345	1,27
354	7,4	338	1,31	343	1,29	310	1,43	347	1,28	320	1,39	355	1,25
110	7,5	302	1,49	350	1,29	320	1,41	324	1,39	401	1,12	348	1,29
025	7,5	380	1,18	400	1,12	261	1,73	332	1,36	264	1,70	320	1,41
200	7,6	424	1,07	328	1,39	315	1,45	335	1,36	307	1,49	340	1,34
103	7,8	407	1,15	347	1,35	317	1,48	348	1,34	356	1,32	380	1,23
174	7,9	396	1,20	334	1,42	390	1,22	426	1,11	355	1,33	371	1,28
053	8,0	413	1,16	358	1,34	340	1,41	350	1,37	345	1,39	355	1,35
317	8,2	400	1,23	405	1,21	354	1,39	350	1,41	402	1,22	357	1,39
209	8,5	332	1,54	378	1,35	340	1,50	354	1,44	398	1,28	384	1,33
210	8,5	544	0,94	390	1,31	351	1,45	334	1,53	352	1,45	351	1,45
443	8,6	347	1,49	371	1,40	365	1,42	380	1,36	397	1,30	408	1,26
113	8,8	375	1,41	397	1,33	367	1,44	387	1,36	410	1,29	351	1,50
393	8,8	375	1,41	414	1,28	363	1,45	405	1,30	352	1,50	400	1,32
348	9,0	348	1,13	417	1,29	420	1,28	441	1,23	434	1,24	443	1,22
214	9,1	513	1,06	434	1,26	375	1,46	431	1,27	438	1,25	430	1,27
$\Sigma$	144,9	7110	22,52	6662	23,59	6089	25,87	6476	24,31	6559	24,07	6526	24,10
$\bar{x}_{\text{lapte}}$	8,05	395	1,22	370	1,30	338	1,43	360	1,35	364	1,33	363	1,34

Tabelul 4.8

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 1A de vaci cu producții medii cuprinse între 1,7 și 4,9  $\text{dm}^3$  lapte/mulsare, folosind pulcator central mecanopneumatic.

Nr. ma- me- tri- die col. de lap- te.	Numărul de pulsații $f_1$ (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ ( $\text{dm}^3/\text{min}$ ).								
	50		55		60		65		
	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	
992	1,7	228	0,46	212	0,50	223	0,47	250	0,42
991	1,8	156	0,69	133	0,81	154	0,70	183	0,59
992	1,8	211	0,51	194	0,56	216	0,50	257	0,42
996	2,0	222	0,54	187	0,64	235	0,51	240	0,50
995	2,5	305	0,49	220	0,68	300	0,50	348	0,43
994	2,75	261	0,63	228	0,72	253	0,65	305	0,54
991	2,8	294	0,57	281	0,60	289	0,58	316	0,53
998	3,0	211	0,84	205	0,87	211	0,85	233	0,77
999	3,1	350	0,53	260	0,71	357	0,52	453	0,41
388	3,25	348	0,56	253	0,77	336	0,58	390	0,50
647	3,3	380	0,52	305	0,66	396	0,50	430	0,48
095	3,5	291	0,72	245	0,85	300	0,70	324	0,64
096	3,5	304	0,69	234	0,89	285	0,71	400	0,52
003	4,1	267	0,92	244	1,00	273	0,90	303	0,81
900	4,1	315	0,78	285	0,86	307	0,80	332	0,74
199	4,4	388	0,68	315	0,83	371	0,71	400	0,66
093	4,8	300	0,96	270	1,06	303	0,95	323	0,89
001	4,9	386	0,76	319	0,92	376	0,78	474	0,62
$\Sigma$	57,3	5217	11,85	4390	13,93	5185	11,91	5961	10,47
$\bar{X}_{\text{m.l.}}$	3,18	290	0,66	244	0,77	288	0,662	331	0,58

Tabelul 4.9

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 2A de vaci cu producții medii cuprinse între 5 și 6,3  $\text{dm}^3$  lapte/mulsare, folosind pulsator central mecanopneumatic.

Nr. metri- die col. de lapte.	Prod.	Numărul de pulsații $f$ (muls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ ( $\text{dm}^3/\text{min}$ ).							
		57		55		67		65	
		t	v	t	v	t	v	t	v
279	5,0	300	1,00	245	1,22	297	1,01	319	0,94
304	5,25	231	1,36	201	1,56	225	1,40	260	1,21
993	5,25	477	0,66	401	0,78	492	0,64	594	0,53
909	5,4	531	0,61	427	0,77	540	0,60	661	0,49
997	5,5	340	0,97	265	1,25	326	1,01	392	0,84
995	5,5	445	0,74	336	0,98	434	0,76	550	0,6
990	5,6	329	1,02	280	1,20	336	1,00	353	0,95
305	5,75	257	1,34	227	1,51	261	1,23	285	1,21
094	6,0	327	1,10	285	1,26	321	1,12	363	0,99
098	6,0	387	0,93	360	1,00	400	0,90	433	0,83
097	6,0	493	0,73	367	0,98	500	0,72	537	0,67
010	6,1	457	0,80	371	0,94	449	0,81	500	0,73
989	6,4	263	1,46	255	1,50	264	1,45	290	1,32
002	7,0	385	1,09	339	1,23	392	1,07	451	0,93
909	7,4	360	1,23	317	1,40	366	1,21	439	1,01
979	7,8	349	1,34	295	1,58	360	1,30	390	1,20
960	8,3	411	1,21	300	1,38	415	1,20	441	1,08
$\Sigma$	134,25	6342	17,59	5331	20,54	6388	17,43	7258	15,53
$\bar{X}_{\text{med}}$	5,79	373	0,98	314	1,14	375	0,97	427	0,86

Analiza primară a datelor experimentale conduce la concluzia existenței unui maxim al vitezei medii de muls și deci corespunzător a unui optim al frecvenței pulsațiilor pentru valcarea de 55 puls/min, la majoritatea vacilor.

În toate cazurile luate în studiu, la media loturilor, se constată un minim al valorii vitezei de muls pentru 45 puls/min, urmând o creștere în ordine la 50 puls/min până la 55 puls/min, apoi o scădere la 60 puls/min, după care se manifestă o ușoară creștere la 65 puls/min, însă care nu atinge maximum corespunzător frecvenței de 55 puls/min.

Determinările experimentale efectuate și calculele statistice primare au condus la concluzia existenței unui interval restrâns de studiere a frecvenței pulsațiilor, corespunzător frecvențelor pulsațiilor cuprinse între 50 și 60 puls/min.

Întru a stabili cu precizie și mai mare valcarea optimă a frecvenței pulsațiilor, s-a trecut la un studiu suplimentar al intervalului cuprins între 50 - 60 puls/min, considerând pasul (rația) mai mic.

Astfel, în condițiile fermei 7 Dinandrei s-au efectuat determinări experimentale considerând aceleași condiții (paragraful 4.1.1), dar frecvențele pulsațiilor cresc în progresie aritmetică cu rația doi, adică: 50, 52, 54, 56, 58 și 60 puls/min, pentru pulsațiile hidropneumatice. Această nouă lucrare s-a extins pe o durată de 30 de zile, permițând efectuarea a 1562 determinări. Rezultatele determinărilor sînt prezentate în tabelele 4.10, 4.11, 4.12, corespunzătoare unor producții medii de lapte cuprinse între 3,29 și 9,67  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare (loturile 1, 2 și 3).

- lotul 10, vacile cu producții medii de lapte cuprinse între 3,29 și 6  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare.

- lotul 20, vacile cu producții medii de lapte cuprinse între 6 și 7,5  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare;

- lotul 30, vacile cu producții medii de lapte cuprinse între 7,5 și 9,67  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare.

În continuare se prezintă reprezentările grafice ale mediilor loturilor de la prima experiență efectuată folosind pulsație hidropneumatică (loturile 1, 2, și 3) și  $\sqrt{p}$  pulsație mecanopneumatică (loturile 10 și 20), unde pasul folosit la reglarea pulsațiilor a fost cinci.



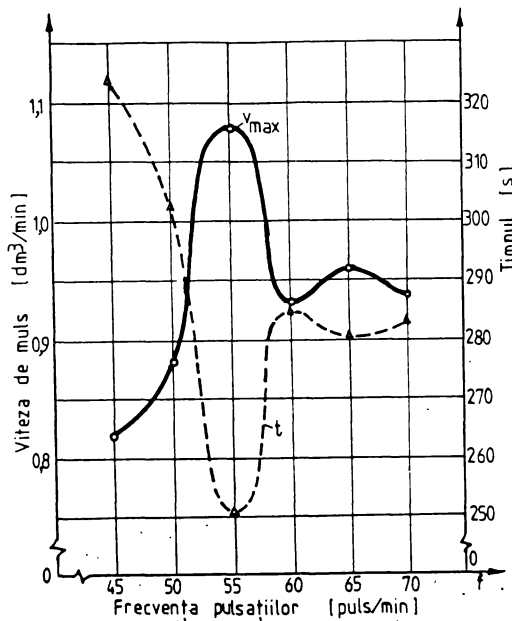


Fig.4.7. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvență la lotul 1 de vaci cu producții medii cuprinse între 3,3 și 5,5  $\text{dm}^3$  lapte/mulsare, folosind pulsație hidropneumatică.

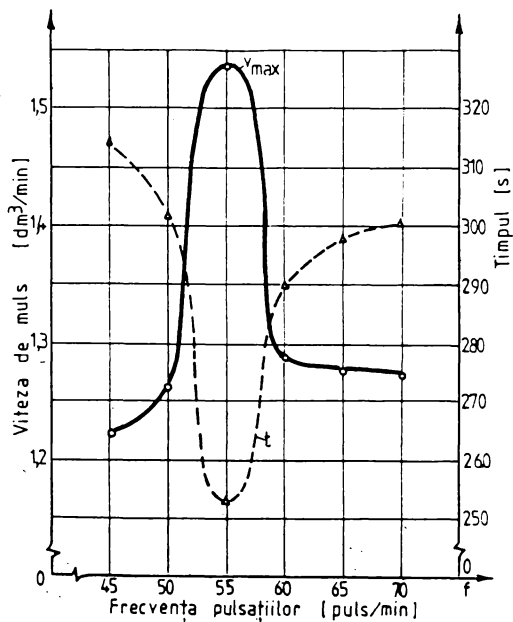


Fig.4.8. Variația vitezei de muls și a timpului la lotul 2 de vaci cu producții medii cuprinse între 3,5 și 7  $\text{dm}^3$  lapte/mulsare, folosind pulsație hidropneumatică.

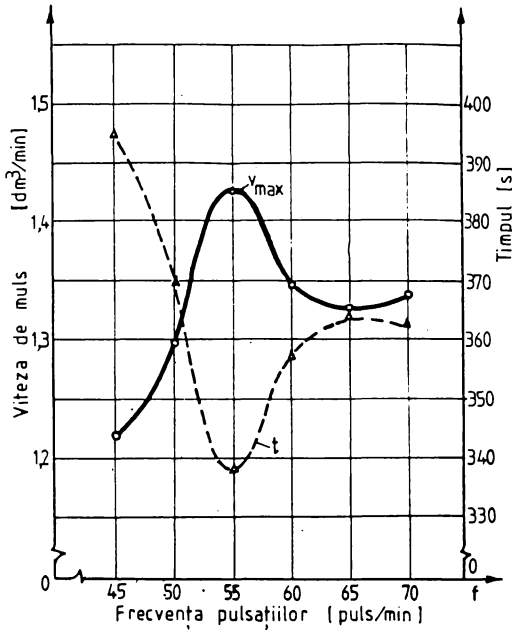


Fig.4.9. variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvență la lotul 3 de vaci cu producția medii cuprinse între 7 și 9,1 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoră, folosind pulmatoare hidropneumatice.

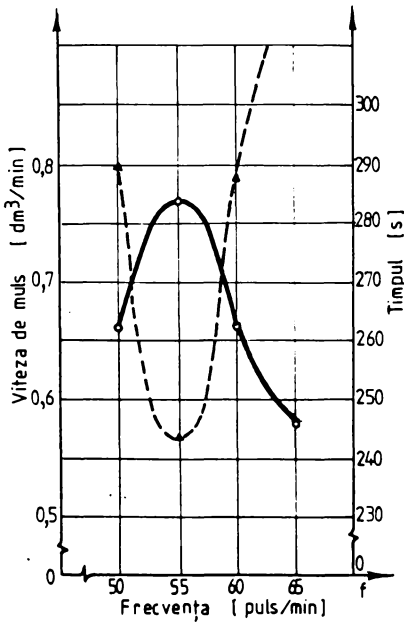


Fig.4.1. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvență la lotul 1A de vaci cu producția medii cuprinse între 1,7 și 4,9 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoră, folosind pulmatore central mecanopneumatic.

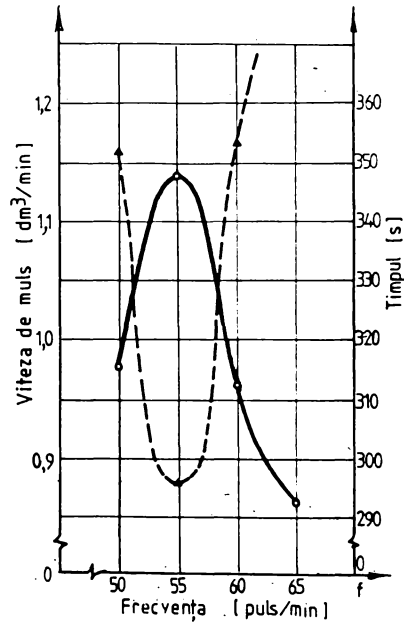


Fig.4.11. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvență la lotul 2A de vaci cu producția medii cuprinse între 5 și 8,3 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoră, folosind pulmatore central mecanopneumatic.

Tabelul 4.10

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 13 de vaci cu producții medii cuprinse între 3,29 și 6  $dm^3$  lapte/mulsare, folosind pulsatoare hidropneumatice.

Nr. ma- me- tri- die colt de lap- te.	Prod.	numărul de pulsații $f_1$ (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ (dm <sup>3</sup> /min).											
		50		52		54		56		58		60	
		t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v
977	3,29	231	0,85	228	0,87	221	0,89	210	0,94	262	0,75	260	0,76
324	3,71	247	0,90	230	0,97	226	0,98	219	1,04	227	0,98	299	0,75
270	3,81	282	0,81	236	1,00	224	1,04	220	1,07	222	0,90	284	0,98
776	3,92	273	0,86	237	0,98	220	1,00	217	1,03	224	1,02	241	0,98
272	3,94	244	0,97	239	1,04	226	1,06	210	1,09	221	1,03	240	0,98
480	3,95	250	0,95	237	1,00	230	1,04	220	1,07	227	1,01	243	0,97
355	3,96	242	0,98	248	1,05	231	1,09	223	1,11	228	1,09	247	0,96
202	4,06	248	0,98	240	1,01	239	1,02	226	1,08	230	1,06	250	0,96
477	4,14	251	0,99	238	1,04	236	1,05	232	1,07	237	1,05	252	0,99
306	4,34	260	1,00	275	0,95	260	1,00	257	1,02	260	1,00	265	0,98
464	4,60	270	1,02	256	1,08	247	1,12	255	1,08	257	1,08	289	0,95
704	4,96	289	1,03	267	1,11	260	1,15	240	1,24	247	1,20	314	0,95
685	5,23	405	0,77	269	1,17	270	1,17	250	1,25	269	1,17	297	1,06
825	5,49	351	0,94	270	1,22	268	1,23	252	1,31	259	1,27	300	1,10
760	5,54	300	1,11	270	1,23	260	1,28	249	1,33	271	1,23	307	1,11
632	6,00	312	1,15	300	1,20	297	1,21	272	1,32	291	1,24	324	1,08
$\Sigma$	70,94	4455	15,30	4040	1,92	3915	17,29	3752	18,09	3932	17,08	4412	15,56
$\bar{\Sigma}_{50-60}$	4,43	278	0,956	252	1,06	245	1,08	234	1,13	246	1,06	276	0,97

Tabelul 4.11

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 23 de vaci cu producții medii cu rinse între 6 și 7,5 dm<sup>3</sup> lapte/mulsăcare, folosind pulsatoare hidrepnematice.

Nr. Prod. ma- metri- die col. de lapte.	Numărul de pulsații $f_1$ (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ (dm <sup>3</sup> /min).												
	5)		52		54		56		58		6)		
	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	
225	6,37	330	1,16	329	1,16	321	1,19	280	1,36	300	1,27	341	1,12
68	6,41	332	1,16	330	1,17	327	1,18	283	1,36	302	1,27	403	0,95
284	6,62	337	1,18	331	1,20	328	1,21	287	1,38	303	1,31	348	1,14
748	6,69	340	1,18	336	1,19	330	1,22	288	1,39	307	1,31	349	1,15
157	6,76	341	1,19	333	1,22	326	1,25	290	1,40	302	1,34	353	1,15
343	6,78	343	1,19	330	1,23	325	1,25	293	1,39	307	1,32	359	1,13
420	6,82	347	1,18	338	1,21	327	1,25	299	1,37	321	1,27	360	1,14
245	6,84	346	1,19	337	1,22	330	1,24	321	1,28	324	1,27	361	1,14
579	6,88	344	1,20	339	1,22	331	1,25	326	1,27	325	1,27	371	1,11
499	6,88	347	1,19	340	1,21	332	1,24	264	1,56	327	1,26	372	1,11
626	6,89	347	1,19	341	1,21	332	1,25	326	1,27	316	1,31	369	1,20
365	6,89	349	1,18	343	1,20	269	1,54	318	1,30	343	1,20	373	1,11
365	6,96	351	1,19	344	1,21	337	1,24	323	1,29	319	1,31	372	1,12
527	6,97	353	1,19	347	1,21	338	1,24	320	1,31	330	1,27	390	1,11
322	6,98	354	1,18	348	1,20	339	1,24	329	1,27	330	1,27	357	1,17
333	7,03	357	1,18	349	1,21	337	1,25	321	1,31	331	1,27	381	1,11
211	7,04	361	1,17	410	1,03	340	1,24	262	1,61	313	1,35	393	1,07
231	7,05	424	1,00	359	1,18	341	1,24	331	1,28	334	1,27	357	1,18
201	7,07	365	1,16	358	1,18	343	1,24	324	1,31	335	1,27	348	1,22
457	7,11	368	1,16	361	1,18	346	1,23	335	1,27	339	1,26	307	1,39
159	7,11	369	1,16	357	1,19	344	1,24	323	1,32	327	1,30	301	1,42
964	7,16	367	1,17	357	1,20	349	1,23	327	1,31	330	1,30	368	1,17
540	7,22	371	1,17	363	1,19	351	1,22	336	1,29	344	1,26	374	1,16
447	7,24	367	1,18	359	1,21	356	1,22	331	1,31	343	1,27	377	1,15
100	7,25	373	1,17	350	1,24	360	1,21	347	1,25	346	1,25	381	1,14
375	7,29	375	1,17	357	1,23	347	1,26	332	1,32	347	1,26	390	1,12
234	7,30	377	1,16	360	1,22	357	1,23	343	1,28	349	1,25	392	1,12
257	7,33	359	1,23	347	1,27	344	1,28	335	1,31	305	1,44	371	1,19
674	7,50	337	1,33	330	1,36	361	1,25	347	1,30	353	1,28	374	1,20
$\Sigma$	202,46	10331	3,16	10083	3,05	9768	3,78	9141	3,91	9452	3,38	10592	3,49
$\bar{X}_{\text{med}}$	6,98	356	1,18	346	1,205	339	1,23	314	1,34	326	1,29	365	1,155

Tabelul 4.12

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 3B de vaci cu producții medii cuprinse între 7,5 și 9,67 dm<sup>3</sup> lapte/sulsoare, folosind pulsatoare hidropneumatice.

Nr. ma- me- tri- die col. de	Prod. de lap- te.	Numărul de pulsații $f_1$ (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ (dm <sup>3</sup> /min).											
		51		52		54		56		58		61	
		$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$
700	7,52	413	1,09	391	1,15	381	1,18	371	1,22	387	1,17	393	1,10
111	7,54	359	1,26	368	1,23	361	1,25	359	1,26	360	1,25	381	1,19
931	7,55	360	1,26	361	1,26	357	1,27	346	1,31	359	1,26	360	1,26
550	7,57	367	1,24	354	1,28	350	1,30	341	1,33	350	1,30	391	1,16
380	7,58	371	1,23	361	1,26	359	1,27	344	1,32	358	1,27	417	1,09
260	7,72	381	1,22	307	1,51	301	1,54	278	1,67	300	1,54	361	1,28
276	7,87	394	1,20	365	1,29	349	1,35	297	1,59	309	1,53	348	1,36
453	8,29	410	1,22	411	1,21	390	1,28	381	1,31	389	1,28	404	1,23
452	8,31	410	1,22	413	1,21	393	1,27	384	1,30	398	1,25	420	1,19
242	8,41	416	1,21	417	1,21	398	1,30	380	1,33	387	1,30	407	1,24
069	8,54	387	1,32	378	1,36	367	1,40	370	1,38	370	1,38	399	1,28
241	8,66	396	1,31	395	1,32	381	1,36	371	1,40	378	1,37	387	1,34
606	8,72	401	1,36	394	1,33	380	1,38	389	1,35	382	1,37	423	1,24
530	9,61	437	1,32	405	1,42	397	1,45	357	1,62	380	1,52	464	1,24
320	9,67	378	1,53	349	1,66	337	1,72	316	1,83	374	1,78	436	1,33
$\Sigma$	123,56	5882	18,99	5669	19,7	5491	20,32	5284	21,22	5481	20,57	5988	18,59
$\bar{X}_{s,17}$	8,24	392	1,27	378	1,31	366	1,35	352	1,41	365	1,37	399	1,24

Tabelul 4.13

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul LC de vaci cu producții medii cuprinse între 1,85 și 4,15 dm<sup>3</sup> lapte/mulsare, folosind pulsator central mecanopneumatic.

nr. me- tri- die col. de	Prod. de lap- te.	Numărul de pulsații $f_1$ (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ (dm <sup>3</sup> /min).									
		50		53		55		58		60	
		$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$
55	1,90	425	0,30	364	0,32	260	0,49	240	0,43	318	0,29
36	1,94	326	0,27	368	0,34	291	0,40	390	0,38	425	0,28
37	2,52	290	0,44	350	0,54	236	0,54	455	0,35	445	0,34
18	2,58	454	0,33	426	0,40	249	0,60	392	0,38	400	0,35
11	2,65	342	0,44	317	0,52	380	0,43	334	0,46	380	0,43
42	2,71	356	0,40	409	0,47	339	0,48	346	0,47	340	0,42
32	2,98	316	0,47	285	0,74	261	0,86	293	0,51	392	0,56
44	3,25	505	0,29	381	0,56	205	0,68	360	0,66	360	0,50
60	3,33	300	0,50	429	0,51	294	0,59	396	0,46	402	0,44
09	3,43	425	0,40	396	0,47	406	0,55	328	0,55	438	0,47
57	3,45	375	0,52	333	0,60	329	0,68	308	0,68	337	0,65
32	3,60	361	0,56	353	0,60	311	0,72	330	0,71	307	0,61
51	3,64	390	0,57	341	0,57	297	0,68	310	0,67	404	0,63
30	3,79	411	0,46	339	0,55	361	0,63	417	0,57	403	0,62
16	3,99	405	0,50	447	0,55	342	0,70	485	0,56	503	0,53
34	4,07	380	0,61	292	0,91	304	0,74	396	0,64	407	0,61
27	4,16	381	0,69	368	0,71	301	0,95	397	0,60	422	0,47
$\Sigma$	53,99	6442	7,75	6198	9,36	5166	10,82	6177	9,08	6683	8,20
$\bar{X}_{RLP}$	3,28	379	0,46	365	0,55	304	0,64	363	0,53	393	0,48

Tabellul 4.14

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 20 de vaci cu producții medii cuprinse între 4,22 și 5,39 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoare, folosind pulsator central mecanopneumatic.

Nr. de vaci	Prod. de lapte	Numărul de pulsații $f_1$ (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ (dm <sup>3</sup> /min).									
		50		53		55		58		60	
		$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$
03	4,22	428	0,49	413	0,57	328	0,63	322	0,58		
19	4,39	414	0,58	358	0,92	295	0,94	283	0,39	369	0,80
20	4,42	402	0,60	390	0,63	374	0,74	392	0,70	446	0,60
13	4,46	381	0,69	359	0,78	359	0,81	380	0,71	388	0,68
05	4,51	328	0,80	342	0,88	329	0,96	342	0,88	398	0,5
35	4,53	369	0,65	377	0,74	244	0,98	413	0,75	396	0,73
04	4,56	405	0,57	394	0,62	330	0,86	350	0,83	343	0,81
41	4,60	382	0,59	355	0,64	339	0,80	358	0,77	375	0,76
22	4,66	345	0,67	354	0,76	315	0,93	408	0,75	409	0,72
59	4,78	520	0,46	447	0,66	356	0,83	360	0,79	473	0,56
59	4,78	520	0,55	447	0,64	356	0,80	360	0,79	473	0,60
06	4,96	387	0,67	444	0,72	357	0,88	473	0,56	477	0,54
49	5,02	455	0,64	450	0,66	375	0,86	452	0,46	403	0,69
58	5,03	420	0,72	398	0,78	402	0,79	359	0,81	421	0,65
47	5,05	332	0,81	323	0,86	317	0,96	316	0,90	441	0,73
08	5,07	416	0,63	412	0,74	397	0,76	425	0,68	449	0,63
48	5,22	439	0,70	457	0,71	444	0,73	304	0,77	382	0,76
10	5,23	382	0,65	386	0,80	377	0,89	377	0,88	389	0,83
31	5,26	440	0,63	454	0,70	447	0,75	439	0,74	459	0,73
01	5,32	399	0,68	337	0,98	326	0,87	474	0,86	362	0,78
33	5,39	385	0,81	379	0,86	384	0,88	374	0,86	362	0,84
$\Sigma$	101,56	8549	13,69	8276	15,65	7431	17,75	8041	15,77	8215	13,94
$\bar{x}_{\text{med}}$	4,84	407	0,65	394	0,74	354	0,86	383	0,75	392	0,70

Tabelul 4.15

Valorile medii ale producției de lapte, a timpului  $t$  și a vitezei de muls  $v$ , la lotul 3C de vaci cu producții medii cuprinse între 5,5 și 9,74  $dm^3$  lapte/mulsoare, folosind pulsator central mecanopneumatic.

nr. cas- me- tri- die col. de lap- te	Prod.	Numărul de pulsații $f_1$ (puls/min), timpul $t$ (s) și viteza de muls $v$ ( $dm^3/min$ ).									
		51		53		55		58		61	
		$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$	$t$	$v$
12	5,50	422	0,73	453	0,76	349	0,92	365	0,85	392	0,93
52	5,51	410	0,73	370	0,79	278	0,97	413	0,92	426	0,81
52	5,51	410	0,84	370	0,89	278	1,19	413	0,80	426	0,77
38	5,6	380	0,85	408	0,90	310	0,96	308	1,22	397	0,94
15	5,66	574	0,50	539	0,65	516	0,74	587	0,55	565	0,52
21	5,75	365	0,86	393	0,89	366	0,96	457	0,79	409	0,75
53	5,77	370	0,89	384	0,91	320	1,00	293	0,96	400	0,89
40	5,85	443	0,69	373	0,98	356	0,97	362	0,91	467	0,79
40	5,85	443	0,79	373	0,94	356	0,97	362	0,97	467	0,75
25	5,88	424	0,76	400	0,91	331	0,98	380	0,92	414	0,89
17	6,12	430	0,71	410	0,97	347	1,04	381	0,97	396	0,96
26	6,18	415	0,76	342	0,85	290	1,34	357	1,09	399	0,93
24	6,81	402	1,03	368	1,29	322	1,33	487	1,05	507	0,99
14	7,11	395	0,76	452	0,93	339	1,04	467	0,90	483	0,88
43	7,20	394	0,95	432	0,98	395	1,22	379	1,05	393	1,20
23	7,26	360	0,94	426	0,95	242	1,52	439	1,09	398	1,09
07	8,57	414	1,05	394	1,20	383	1,08	483	1,03	535	1,09
07	8,57	414	1,24	394	1,30	383	1,34	483	1,06	535	0,96
50	9,74	488	1,07	502	1,02	479	1,21	527	1,09	558	1,00
$\Sigma$	124,44	7973	16,15	7783	18,31	6639	20,78	7943	18,22	8567	17,14
$\bar{x}_{\text{med}}$	6,55	419	0,85	371	0,96	316	1,09	378	0,96	428	0,97



Reprezentarea grafică a vitezei de muls în funcție de frecvența pulsațiilor pentru mașini de muls care au funcționat cu pulsatoare hidropneumatice la frecvența de: 5, 52, 54, 56, 58 și 60 puls/min sînt prezentate în figurile 4.12, 4.13 și 4.14.

Analiza primară a rezultatelor obținute pentru mașinile care au funcționat cu pulsatoare hidropneumatice reglate la frecvențele pulsațiilor între 5 și 60 puls/min, cu rația doi, conduce la concluzia existenței unui maxim al vitezei de muls pentru frecvența pulsațiilor de 56 puls/min; cea mai mică viteză de muls corespunde la 60 puls/min, crescînd în ordine la 50 puls/min, apoi la 52, 58 și 54 puls/min.

La instalația de muls la conductă cu platformă tip "Landez", care actual folosește pulsator central mecanopneumatic s-au efectuat determinări în vederea stabilirii domeniului optim a frecvenței pulsațiilor la mașinile de muls care folosesc pulsatorul respectiv. La determinări s-au respectat condițiile din paragraful 4.1.2. Frecvența pulsațiilor s-a stabilit (tabelul 4.4) la valorile de: 5, 53, 55, 58 și 60 puls/min.

Rezultatele medii ale datelor primare prelucrate sînt prezentate în tabelele 4.13, 4.14, 4.15.

Reprezentarea grafică a mediei vitezei de muls a loturilor 10, 20 și 30 în funcție de frecvența pulsațiilor folosind pulsatorul central mecanopneumatic sînt prezentate în figurile 4.13, 4.14 și 4.15.

Analiza celor trei grafice scoate în evidență asemănarea perfectă a curbelor ce reprezintă variația vitezei de muls. În cazul loturilor 10, 20 și 30 cea mai mică viteză de muls se obține la frecvența pulsațiilor de 50 puls/min, apoi cu o ușoară creștere pentru frecvența de 60 puls/min, crescînd pentru frecvența pulsațiilor de 58 și 53 puls/min. Viteza de muls atinge maximum la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min, frecvență pe care o considerăm optimă în procesul de muls mecanic al vacilor. La lotul 20 se observă o diferență și anume că viteza de muls este mai mică la frecvența de 53 puls/min, însă diferența este de numai 0,21 dm<sup>3</sup>/min, pe care o considerăm ne semnificativă.

Analiza rezultatelor determinărilor și prezența unor excepții în cadrul determinărilor experimentale au impus necesitatea efectuării unui calcul statistic.

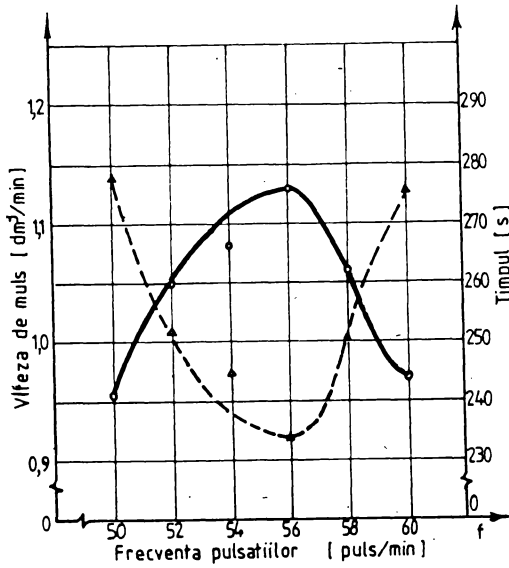


Fig.4.12. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvență la lotul 1: de vaci cu producții medii cuprinse între 3,29 și 6 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoare, folosind pulsatoare hidropneumatice.

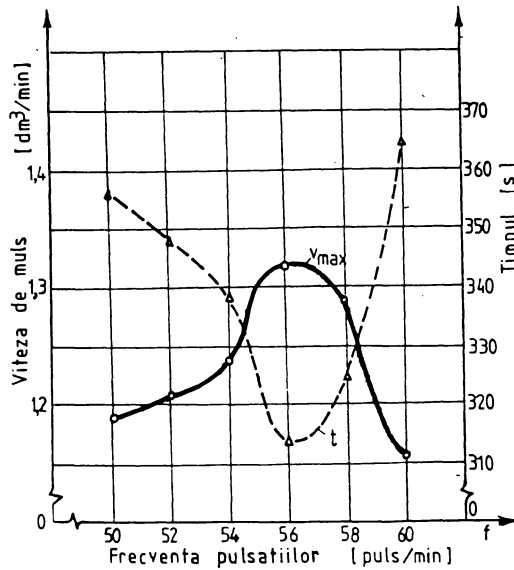


Fig.4.13. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 2: de vaci cu producții medii cuprinse între 6 și 7,5 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoare, folosind pulsatoare hidropneumatice.

Fig.4.14. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 38 de vaci cu producții medii cuprinse între 7,5 și 9,67 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoră, folosind pulsatoare hidropneumatice.

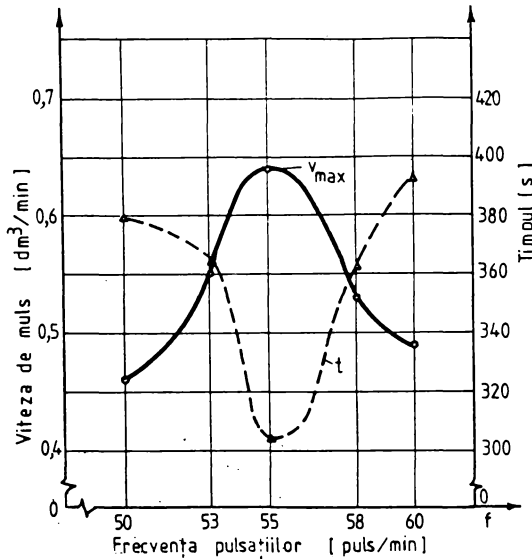
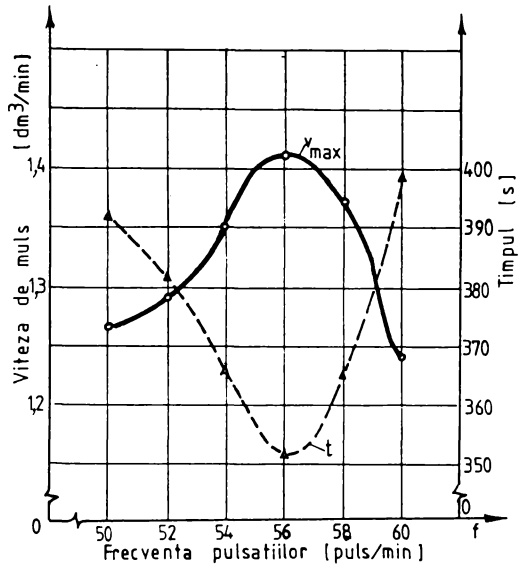


Fig.4.15. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 10 de vaci cu producții medii cuprinse între 1,85 și 4,16 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoră, folosind pulsator central mecanopneumatic.

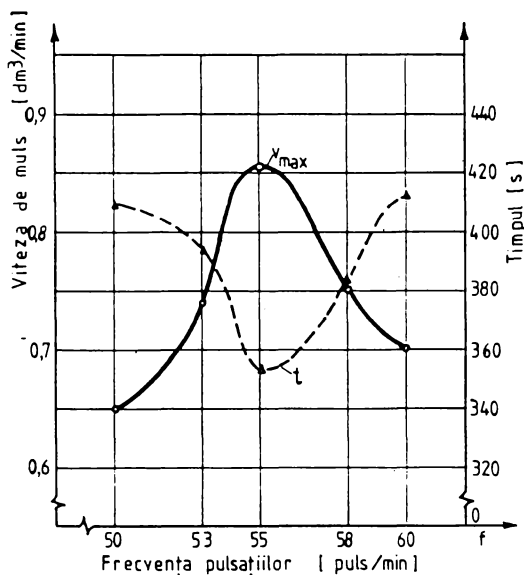


Fig.4.16. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 2C de vaci cu producții medii cuprinse între 4,22 și 5,39  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare, folosind pulsator central mecanopneumatic.

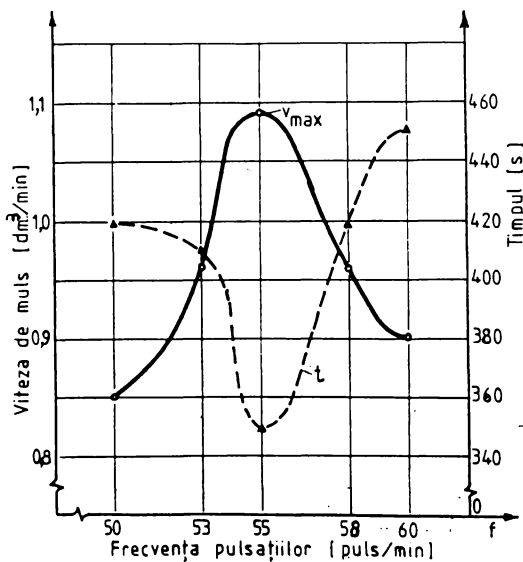


Fig.4.17. Variația vitezei de muls și a timpului în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 3 de vaci cu producții medii cuprinse între 5,5 și 9,74  $\text{dm}^3$  lapte/mulsoare, folosind pulsator central mecanopneumatic.

#### 4.3. Determinarea indicilor statistici și interpretarea lor.

Determinarea prin calcul a indicilor statistici care rezultă din valorile datelor experimentale se efectuează în scopul comparării valorilor acestora cu valorile aceluiași indici, însă determinate teoretic.

În cazul de față calculele s-au efectuat prin metoda testului "t" al lui Student care reflectă cel mai bine semnificația valorilor medii obținute experimental față de valoarea considerată optimă și această valoare obținută tot experimental. Calculele testului "t" al lui Student au fost precedate de calcule statistice prealabile strict necesare efectuate pentru fiecare lot de animale în parte, grupate corespunzător producțiilor de lapte, exprimate în  $\text{dm}^3$  lapte obținut la o sulsoare.

Considerând viteza medie pe sulsoare pe grupe de pulsații dată de relația:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad (4.5)$$

în care:

$v_i$  - sînt valorile vitezelor medii de sulc pentru fiecare vacă, corespunzător unei frecvențe a pulsațiilor, în  $\text{dm}^3/\text{min}$ .

$n$  - numărul vacilor din lotul considerat.

Abaterile mijlocie a mediei  $s_v$  s-a calculat cu relația:

$$s_v = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4.6)$$

unde  $s$  este abaterea medie pătratică (abaterea sau deviația standard sau abaterea tip) [11, 33, 30, 59], dată de relația:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}{n-1}} \quad (4.7)$$

unde:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}{n - 1}$$

- este momentul centrat de ordinul doi, numit dispersie sau varianță.

Coefficientul de variație (variabilitate), notat cu  $V$ , CV, sau  $s^2$  permite compararea variației mai multor caracteristici diferite ca ordin de mărime. Mărimea lui este direct proporțională cu variația caracteristicii:

$$V = \frac{\sigma_v}{\bar{v}} \cdot 100 \tag{4.8}$$

Interpretarea este următoarea [33]:

- cînd  $V \leq 10$  - distribuțiile de frecvență au o variabilitate mică;
- cînd  $V = (10 \div 20)$  - distribuțiile de frecvență au o variabilitate mijlocie;
- cînd  $V \geq 20$  - distribuțiile de frecvență au o variabilitate mare.

Procurarea mijlocie a mediei [11, 33, 38, 59] ne indică abatererea de la medie. Procurarea mijlocie a mediei este proporțională cu dispersia și abaterea standard.

Pentru compararea rezultatelor vitezelor medii de muls obținute la diferite frecvențe ale pulsațiilor și pentru a găsi semnificația lor, s-au calculat valorile testului "t" al lui Student, cu relația [78]:

$$t_c = \frac{v_1 - \bar{v}_0}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}}} \tag{4.9}$$

Valorile calculate ale testului "t<sub>c</sub>" au fost comparate cu valorile tabelare cu un prag de semnificație (nivel de semnificație, de:  $\alpha = 0,05$ ;  $\alpha = 0,01$  și  $\alpha = 0,001$ , după care s-a stabilit gradul de semnificație [11, 33, 59].

În calculul statistic s-a urmărit la toate cele trei loturi, pentru experiența a I-a cu folosirea la mașinile de muls a pulsațiilor hidropneumatice, compararea între valoarea vitezei medii de muls obținută la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min și valorile medii ale vitezelor de muls obținute la frecvența pulsațiilor

lor de: 45, 50, 60, 65 și 70 pulsa/min. În cazul experimentărilor efectuate prin modificarea frecvenței cu rația doi (experiența a II-a cu pulsație hidropneumatică), s-a comparat viteza medie de muls obținută la frecvența pulsațiilor de 56 pulsa/min cu vitezele medii obținute la frecvențele pulsațiilor de: 50, 52, 54, 58 și 60 pulsa/min.

Rezultatele calculelor și analiza lor după gradul de semnificație sînt prezentate în tabelele: 4.16, 4.17 și 4.18.

În analiza rezultatelor a valorilor calculate a testului " $t_c$ ", care au fost comparate cu valorile tabelare ale testului " $t$ " pentru cele trei praguri de semnificație diferite, reiese că sînt diferențe semnificative (pentru  $\alpha = 0,05$ ), diferențe distinct semnificative (pentru  $\alpha = 0,01$ ) și diferențe foarte semnificative (pentru  $\alpha = 0,001$ ) între vitezele medii de muls obținute la frecvența pulsațiilor considerată optimă (frecvența de 55 pulsa/min pentru cazul cînd s-a lucrat cu rația cinci și respectiv 56 pulsa/min cînd s-a lucrat cu rația doi, și celelalte grupe de frecvențe folosite [33].

Analiza globală a tabelului 4.16 scoate în evidență că diferențele semnificative ale vitezei de muls reprezintă 13,33, diferențele distinct semnificative reprezintă 33,33, iar diferențele foarte semnificative reprezintă 53,33. Reiese că există în totalitate diferențe, de la semnificative la foarte semnificative, între vitezele medii de muls obținute la frecvența pulsațiilor de 55 pulsa/min și vitezele medii de muls obținute la celelalte frecvențe considerate.

Analiza parțială a tabelului 4.16 scoate în evidență că viteza de muls medie obținută la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut față de viteza medie de muls obținută la frecvența pulsațiilor de 65 pulsa/min este semnificativă pentru vacile cu producția mică de lapte, distinct semnificativă pentru vacile cu producție mare de lapte și foarte semnificativă pentru vacile cu producție medie de lapte. Orî cum tendința în construcție și în exploatare este de a mări frecvența pulsațiilor ca să depășească în plus frecvența nominală stabilită, rezultă că prin depășirea frecvenței pulsațiilor în plus se aduce prejudicii considerabile în ceea ce privește mărirea timpului de muls, influența negativă asupra aparatului mamar al vacilor, cit și al consumului

suplimentar de mangoane elastice și al consumului de energie electrice.

În cazul frecvenței de 50 puls/min la toate loturile de vaci s-au obținut diferențe foarte semnificative, iar la frecvența pulsațiilor de 60 puls/min s-au obținut diferențe semnificative la vacile cu producții mari de lapte și diferențe distinct semnificative la vacile din loturile cu producții mici și mijlocii de lapte.

Decarece nu există nici un dubiu, din cele arătate, se poate trage concluzia ce cu certitudine poate deveni o lege și anume: "frecvența pulsațiilor influențează viteza de muls; frecvența pulsațiilor optimă la mulsul mecanic este de 55 puls/min".

Argumentarea acestei concluzii va fi ilustrată și de alte exemple, efectuate cu mașini de muls care au folosit pulsatoare hidropneumatice cît și pulsatoare mecanopneumatice, iar rația de reglare a fost de doi, trei și cinci pulsații/minut.

Analizînd valorile vitezei medii de muls în cazul folosirii pulsatorului central mecanopneumatic de la instalația de muls la bidon (tabelul 4.17) se observă o diferență destul de mare între viteza medie de muls obținută la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut și vitezele medii de muls obținute la frecvențele pulsațiilor de 50 puls/min, respectiv de 60 puls/min. Valorile testului calculat " $t_0$ ", prezentate în tabelul 4.17 deși sînt mai mici față de valorile prezentate în tabelul 4.16, ele nu diferă cu mult de valoarea tabelară a testului " $t$ " și prezintă totuși diferențe semnificative, distinct semnificative și foarte semnificative.

Aceasta ne îndreptățește să tragem concluzia că și la mașinile de muls prevăzute cu pulsator central mecanopneumatic, la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min se obțin vitezele medii de muls cele mai mari. Calculul statistic, efectuat prin testul " $t$ ", a scos în evidență ceea ce arătaseră și rezultatele experimentale primare. Aceasta ne determină să întărim afirmația că la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min se obține viteza maximă de muls, cu un consum minim de timp, energie și mangoane elastice, cît și o efectuare a mulsului într-o mai bună stare de confort. La frecvența pulsațiilor de 55 puls/min în timpul mulsului crește durata fazei de aspirație. Circulația laptelui în-



Tabelul 4.16

semnificația calculului statistic și a testului "t<sub>0</sub>" în funcție de vitezele medii de muls la diferite praguri de semnificație, prin variația frecvenței între 45 la 70 puls/min, cu rația cinci, folosind pulsatoare hidropneumatice.

Nr. crt.	f <sub>1</sub>	Lot	v	s <sub>v</sub>	Dispersia s <sup>2</sup>	Abateroa s	Variabilitatea v	t <sub>0</sub>	semnificație:			
									α = 0,05	α = 0,01	α = 0,001	
1	45	1	0,82	0,029	0,000841	0,0297	0,1139	13,89	5,406			xxx
2	45	2	1,22	0,035	0,001225	0,03269	0,1808	14,82	4,095			xxx
3	45	3	1,22	0,045	0,001984	0,03634	0,1964	16,09	4,142			xxx
4	50	1	0,88	0,027	0,000729	0,01123	0,1059	12,03	4,267			xxx
5	50	2	1,26	0,035	0,001225	0,03250	0,1813	14,30	3,585			xxx
6	50	3	1,30	0,020	0,000400	0,00747	0,0864	6,64	4,182			xxx
7	55	1	1,08	0,038	0,001444	0,02173	0,1474	13,64	-	-	-	-
8	55	2	1,54	0,070	0,004900	0,02610	0,3551	23,05	-	-	-	-
9	55	3	1,43	0,023	0,000529	0,00922	0,0996	6,96	-	-	-	-
10	60	1	0,93	0,025	0,000625	0,00915	0,0957	10,29	3,306			xx
11	60	2	1,29	0,044	0,001936	0,03086	0,2255	17,48	3,030			xx
12	60	3	1,35	0,022	0,000484	0,00835	0,0914	6,77	2,511	x		
13	65	1	0,96	0,029	0,000841	0,01265	0,1124	11,70	2,506	x		
14	65	2	1,26	0,041	0,001681	0,04350	0,2086	16,55	3,466			xxx
15	65	3	1,33	0,030	0,000900	0,01666	0,1291	9,70	2,602			xx
16	70	1	0,94	0,022	0,000484	0,00725	0,0852	9,06	3,185			xx
17	70	2	1,25	0,038	0,001444	0,03710	0,1926	15,40	3,660			xxx
18	70	3	1,34	0,021	0,000441	0,00758	0,0870	6,49	2,866			xx

in care s-a notat:

- x - diferențe semnificative;
- xx - diferențe distinct semnificative;
- xxx - diferențe foarte semnificative.

Tabelul 4.17

Semnificația calculului statistic și a testului "t" în funcție de vitezele medii de muls la diferite praguri de semnificație, prin variația frecvenței între 50 și 65 pulsa/min, cu rația cinci, folosind pulsator central mecanopneumatic.

Nr. crt.	f <sub>1</sub>	Lot	v ± s <sub>v</sub>	Dispersia σ <sup>2</sup>	Abater rea s	Variabil itatea v	t <sub>c</sub>	Semnificația:		
								α = = 0,5	α = = 0,1	α = = 0,01
1	50	1A	0,66 ± 0,034	0,02119	0,1456	22,06	2,250	x		
2	50	2A	0,98 ± 0,062	0,06560	0,2561	26,13	1,794			
3	55	1A	0,77 ± 0,035	0,02184	0,1478	19,19	-	-	-	-
4	55	2A	1,14 ± 0,040	0,06960	0,2638	23,14	-	-	-	-
5	60	1A	0,66 ± 0,035	0,02155	0,1468	22,24	2,240	x		
6	60	2A	0,97 ± 0,062	0,06598	0,2569	26,48	1,903			
7	65	1A	0,58 ± 0,033	0,01975	0,1405	24,22	3,953			xxx
8	65	2A	0,86 ± 0,060	0,06159	0,2482	28,86	3,187		xx	

tre mamelon - colector, colector - bidon sau colector - conduc  
te colectoare se face mai lent, nu se mai produce bătarea lap  
telui, pendularea lui pe furtunul de lapte, pulverizarea se fa  
ce cu o intensitate mai mică, ceea ce determină implicit redu  
cerea la minimum a fenomenului de spray și deci se evită bom  
bardarea mameloanelor cu particule ale aerosolilor de lapte  
care conțin și agenți patogeni. Toate aceste fenomene negative  
înlăturate, determină la rândul lor păstrarea stării de sănăta  
te a aparatului mamar prin evitarea îmbolnăvirii vacilor de ma  
mită, boală ce determină scoaterea acestora din sfera producti  
vii.

Analiza tabelului 4.16, unde pentru a determina cu mai mul  
tă exactitate domeniul frecvenței optime, rația de modificare a  
frecvenței pulsațiilor a fost doi, se deduc următoarele:

- Datele experimentale au scos în evidență că s-a obținut  
viteza medie maximă de muls la frecvența pulsațiilor de 56  
puls/min. Comparându-se datele obținute prin calcul statistic,  
prin folosirea testului "t<sub>c</sub>", din tabelul 4.16, reiese că se

Tabelul 4.18

Semnificația calculului statistic și a testului "t" în funcție de vitezele medii de mule la diferite praguri de semnificație, prin variația frecvenței între 50 și 60 pule/min, cu rația doi, folosind pulsatoarea hidropneumatică.

Nr. crt.	f <sub>1</sub>	Lot	v ± s <sub>v</sub>	Dispersia s <sup>2</sup>	Abaterrea s	Variabilitatea V	t <sub>c</sub>	Semnificația:		
								α = 0,05	α = 0,01	α = 0,001
1	50	1B	0,96±0,025	0,00970	0,0985	10,26	4,466			XXX
2	50	2B	1,18±0,008	0,00212	0,0460	3,89	8,699			XXX
3	50	3B	1,27±0,024	0,00889	0,0943	7,42	2,782		XX	
4	52	1B	1,06±0,025	0,01015	0,1007	9,5	1,821			
5	52	2B	1,20±0,009	0,00262	0,0512	4,26	7,425			XXX
6	52	3B	1,31±0,033	0,01639	0,1280	9,77	1,816			
7	54	1B	1,08±0,025	0,00977	0,0998	9,24	1,306			
8	54	2B	1,23±0,004	0,00044	0,0210	<u>1,72</u>	6,570			XXX
9	54	3B	1,35±0,034	0,01696	0,1302	9,64	1,138			
10	56	1B	1,13±0,029	0,01348	0,1161	10,27	-	-	-	-
11	56	2B	1,34±0,016	0,00769	0,0877	6,54	-	-	-	-
12	56	3B	1,41±0,044	0,02910	0,1706	12,09	-	-	-	-
13	58	1B	1,06±0,033	0,01720	0,1311	13,36	1,598			
14	58	2B	1,29±0,007	0,00144	0,0378	<u>2,93</u>	2,818		XX	
15	58	3B	1,37±0,040	0,02360	0,1536	11,21	1,675			
16	60	1B	0,97±0,024	0,00944	0,0971	10,01	4,224			XXX
17	60	2B	1,15±0,015	0,00698	0,0836	7,27	8,448			XXX
18	60	3B	1,24±0,018	0,00510	0,0714	5,75	3,560			XXX

Tabelul 4.19

Semnificația calculului statistic și a testului  $t_c$ , în funcție de vitezele medii de muls la diferite praguri de semnificație, prin variația frecvenței la: 50, 53, 55, 58 și 60 puls/min, folosind pulsator central mecanopneumatic.

Nr. crt.	f <sub>1</sub>	Lot	v ± s <sub>v</sub>	Dispersia s <sup>2</sup>	Abateres s	Variabilitatea V	t <sub>c</sub>	Semnificația:		
								α = 0,05	α = 0,01	α = 0,001
1	50	10	1,46 ± 0,028	0,01374	0,1172	6,18	3,844			xxx
2	50	20	1,65 ± 0,025	0,0119	0,1044	3,895	6,957			xxx
3	50	30	1,85 ± 0,039	0,02929	0,1711	4,618	3,961			xxx
4	53	10	1,55 ± 0,035	0,02073	0,144	6,349	1,755			
5	53	20	1,74 ± 0,007	0,01479	0,1210	1,27	3,609			xxx
6	53	30	1,96 ± 0,04	0,03042	0,1744	4,168	2,127	x		
7	55	10	1,64 ± 0,035	0,02134	0,1461	5,536	-	-	-	-
8	55	20	1,86 ± 0,005	0,00732	0,0855	0,622	-	-	-	-
9	55	30	1,09 ± 0,044	0,0368	0,1918	4,037	-	-	-	-
10	58	10	1,53 ± 0,028	0,01328	0,1152	5,274	2,365	x		
11	58	20	1,75 ± 0,008	0,01695	0,1302	1,085	3,158		xx	
12	58	30	1,96 ± 0,034	0,02186	0,1478	3,533	2,277	x		
13	60	10	1,48 ± 0,029	0,01465	0,1210	6,117	3,579		xx	
14	60	20	1,70 ± 0,007	0,01177	0,1085	0,968	5,186			xxx
15	60	30	1,9 ± 0,035	0,02322	0,1524	3,804	3,290			xxx

x - diferențe semnificative

xx - diferențe distinct semnificative

xxx - diferențe foarte semnificative.

obțin rezultate foarte semnificative în procent de 43, rezultate distinct semnificative în procent de 20 și diferențe nesemnificative în procent de 40%. Din ultimele 40, numai 20% se pot considera nesemnificative, celelalte 20% având valori apropiate de valorile calculate ale testului " $t_0$ " cu gradul de semnificație de 0,05, corespunzător diferențelor semnificative.

La cazul frecvențelor de 50 și 60 puls/min se observă că diferențele foarte semnificative au valoarea procentuală de 66,66, iar diferențele distinct semnificative au valoarea de 33,33. Din cele arătate se desprinde concluzia care iese în evidență și anume că frecvența pulsațiilor de 50 puls/min, cit și frecvența de 60 puls/min stabilită de uzina constructoare nu pot fi acceptate în funcționarea mașinilor de muls vaci.

În cazul frecvențelor de 52 puls/min la vacile cu producții medii de lapte, există diferențe foarte semnificative ale vitezei medii de muls, față de viteza medie de muls la frecvența pulsațiilor de 56 puls/min. Datele obținute ale calculului statistic care a folosit testul " $t_0$ " scot în evidență chiar diferențe între frecvența pulsațiilor la 52 puls/min și frecvența pulsațiilor de 54 puls/min, în sensul că diferențele la 52 puls/min sînt mai mari.

La frecvența pulsațiilor de 58 puls/min există numai diferențe distinct semnificative a vitezei medii de muls la vacile cu producții medii de lapte. La vacile cu producții mici, diferența este sesizabilă, iar la vacile cu producții mari de lapte diferența este mică. Aceași simetrie reiese și în cazul folosirii frecvențelor de 52 și 54 puls/min.

Fet din analiza tabelului 4.18, după valorile testului " $t_0$ " cit și a gradului de semnificație se poate deduce alura curbei vitezei medii de muls ca funcție de frecvență, care este o parabolă cu maximum vitezei de muls corespunzător frecvenței de 56 puls/min.

Din cele arătate reiese că în cazul folosirii la modificarea frecvenței pulsațiilor a rației cu valoarea cinci, s-a obținut valoarea maximă a vitezei de muls la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min. La folosirea rației doi pentru modificarea frecvenței pulsațiilor, s-a obținut viteză maximă de muls la frecvența pulsațiilor de 56 puls/min. Aceasta ne face să apre-

cien că există o frecvență intermediară între aceste două valori care este media lor de 55,5 pulsații/minut. Diferența fiind mică, putem să afirmăm că frecvența pulsațiilor de 55-56 pulsații pe minut o putem considera ca frecvență optimă, frecvență care să fie folosită la mulsul mecanic al vacilor.

Un argument suplimentar în acest sens îl constituie reprezentările grafice ale variației vitezei de muls în funcție de frecvența pulsațiilor, prezentate în figurile: 4.7, 4.8, 4.9, corespunzătoare loturilor 1, 2 și 3, a figurilor: 4.10, 4.11, corespunzătoare loturilor 1A și 2A, precum și a figurilor: 4.12, 4.13 și 4.14, corespunzătoare loturilor: 1, 2 și 3.

Calculul statistic al datelor experimentale din experiența a lui-a la care s-au folosit mașini de muls cu pulsator central mecanopneumatic care a fost reglat să funcționeze la frecvențele pulsațiilor de: 51, 53, 55, 58 și 60 puls/min, corespunzător loturilor 10, 20 și 30, este prezentat în tabelul 4.19.

Analiza datelor calculului statistic din tabelul 4.19, obținute prin prelucrarea datelor experimentale de la 60 de vaci, la care s-au efectuat circa 1900 determinări, scot în evidență următoarele:

- Se obțin diferențe foarte semnificative în proporție de 50%, diferențe distinct semnificative în proporție de 16,66%, diferențe semnificative în proporție de 25% și numai un singur caz de la un lot ce reprezintă 8,33% este nesemnificativ pentru gradul de semnificație  $\alpha = 0,05$ , însă este semnificativ pentru gradul de semnificație  $\alpha = 0,1$  (valoarea coeficientului calculat " $t_c$ " nu diferă cu mult de valoarea tabelară  $t$ , pentru  $\alpha = 0,05$ ).

- În cazul folosirii frecvenței pulsațiilor extreme luate în studiu de 50 puls/min se obțin diferențe foarte semnificative în proporție de 100%, pe cînd în cazul folosirii frecvenței pulsațiilor de 60 puls/min, diferențele foarte semnificative reprezintă 66,66%, restul de 33,33% reprezentînd diferențe distinct semnificative.

- La folosirea frecvenței pulsațiilor de 53 puls/min, diferențele de semnificație sînt imprăgătate, pe cînd în cadrul grupei de pulsații de 58 puls/min diferențele semnificative sînt în proporție de 66,66% și diferențele distinct semnificative sînt în proporție de 33,33%.

Această analiză scoate în evidență și mai clar că la folosirea mașinilor de muls care vor funcționa cu frecvența pulsațiilor de 55 puls/min, vor realiza viteze de muls superioare, reducând timpul de muls pe unitatea mulsă și vor influența în bine sănătatea vacilor.

Rezumând cele arătate în analiza tabelelor 4.16, 4.17, 4.18, și 4.19, datele procentuale sînt prezentate centralizat în tabelul 4.20.

Tabelul 4.20

Rezultate procentuale reieșite din analiza calculului statistic.

Nr. tabelului	Tipul pulsatorului folosit	Semnificația dată în			
		semnificativă	semnificativă	distinct semnificativă	foarte semnificativă
4.16	hidropneumatic	-	13,33	23,33	53,33
4.18	hidropneumatic	4)	-	2)	4
Media puls.hidropneumatic		2)	6,66	<u>26,66</u>	<u>45,96</u>
4.17	meconopneumatic	33,33	33,33	16,66	16,66
4.19	meconopneumatic	8,33	25	16,66	5)
Media puls.meconopneumatic		20,83	<u>29,16</u>	16,66	<u>31,33</u>
Media generală		20,415	17,91	<u>23,66</u>	<u>39,395</u>

Din ultimele cinci tabele prezentate și a analizei efectuate, reies în evidență următoarele concluzii mai importante:

1<sup>o</sup> - Există în totalitate diferențe între vitezele medii de muls obținute la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min și vitezele medii de muls obținute la celelalte frecvențe considerate, de la diferențe semnificative la diferențe foarte semnificative.

2<sup>o</sup> - Prin folosirea la modificarea frecvenței pulsațiilor a rației cinci, s-a obținut valoarea maximă a vitezei de muls la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min, iar la folosirea rației doi pentru modificarea frecvenței pulsațiilor, s-a obținut viteza maximă de muls la frecvența pulsațiilor de 56 puls/min. Se poate considera frecvența pulsațiilor de 55-56 puls/min ca

frecvență optimă, frecvență care să fie folosită la mulsul mecanic al vacilor.

3<sup>o</sup> - Depășirea frecvenței optime a pulsațiilor în plus sau în minus aduce prejudicii considerabile în ceea ce privește mărirea timpului la muls și întârzierea procesului de muls.

4<sup>o</sup> - Frecvențele extreme ale pulsațiilor recomandate actului de literatură, adică frecvența pulsațiilor de 50 puls/min și frecvența de 60 puls/min stabilită prin proiectare și construcție nu pot fi acceptate în funcționarea meginilor de muls vaci (tabelul 4.19 și analiza lui arată că la frecvența de 50 puls/min diferențele foarte semnificative sînt în proporție de 100%, iar la frecvența de 60 puls/min diferențele foarte semnificative reprezintă 66,66% și restul de 33,34% reprezintă diferențe distinct semnificative, față de frecvența considerată optimă, egală cu 55 puls/min.).

5<sup>o</sup> - Datele procentuale prezentate în tabelul 4.20 arată că aproximativ 80% din rezultatele calculului statistic indică folosirea frecvenței pulsațiilor de 55 și 56 pulsații pe minut.

6<sup>o</sup> - Se poate deduce o concluzie cu caracter de lege și anume: "frecvența pulsațiilor influențează viteza de muls a vacilor; frecvența pulsațiilor optimă la mulsul mecanic al vacilor este de 55-56 pulsații pe minut".



## CAPITOLUL 5.

### 5. CONTRIBUTII LA MODERNIZAREA REGIMULUI OPTIM DE LUCRU IN FUNDUL DE PREGATIREA PERSOANELOR LA MASINILE DE LEI CU AJUTORUL CALCULATORILOR ELECTRONICE.

#### 5.1. Prezentarea echipamentului de calcul automat.

##### 5.1.1. Aspecte privind procesele de lucru ale microcal- culatorilor și calculatorilor "personal".

Descoperirea microprocesorului la începutul deceniului opt a constituit un eveniment științific și tehnic, generând schimbări radicale nu numai în tehnica de calcul, ci în toate ramurile industriei, precum și în celelalte sectoare de activitate economică și socială.

Compactarea pe o minuscule anchie de siliciu nu numai a unor circuite electronice -pînă atunci componente ale unor subansamble ale calculatorului- a unei unități centrale a calculatorului, cu funcțiuni de prelucrare, memorare, interfatare, cu echipamente periferice, cu posibilități de înmagazinare a unor programe, transformînd microprocesoarele în purtătoare de inteligență artificială concentrată, a condus la transformarea multor sisteme pasive în sisteme "inteligente", prin dotarea acestora cu microprocesoare. Au devenit astfel realități cotidiene mașinile, utilajele, mijloacele de transport rutier, naval sau aerian, aparatele de măsurat, de control și de automatizare, aparatura medicală, radioreceptoare, receptoare de televiziune de tipul "inteligent". Aplicarea introducerii pe scară largă a microprocesorului s-a datorat și prețului scăzut al acestora, posibilităților funcționale variate, scăzînd de mai multe ori prețul unității centrale, al unității de calcul comparativ cu prețurile programelor de operare.

Utilizarea microprocesoarelor, a sistemelor de calcul cu microprocesoare este însă limitată de necesitățile de ordin funcțional -dimensionare corectă a sistemului de calcul în raport cu scopul urmărit-, de rămînere în urmă a sistemelor de programare (SOFTWARE), de capacitatea de răspuns de operare, a elementelor care asigură interfatarea. Cătorită acestor considerente, actualmente există tendința specializării unităților de calcul elec-

tronie, luind o amploare deosebită minicalcutoarele, microcal-  
cutoarele și calculatoarele de tip "personal". Construcția mi-  
crocalcutoarelor și a calculatoarelor de tip "personal" este  
de regulă predestinată, elementul central al blocului de calcul  
fiind de regulă un microprocesor la care sînt conectate circui-  
te suplimentare pentru extensia memoriei operaționale și rema-  
nente, pentru implementarea unor limbaje simple sau compilatoa-  
re interpretoare pentru limbajele de nivel înalt, precum și  
blocuri de asimilare a diferitelor interfețe.

Avînd posibilitatea implementării unor limbaje de nivel  
înalt (BASIC, PASCAL, FORTRAN, ALGOL, COBOL), calculatoarele cu  
capacitate mică permit rezolvarea unor probleme tehnice comple-  
xe, de conducere automată complexă a procesului de lucru în sis-  
teme închise cu mai multe căi de control, a evoluției în timp a  
procesului, de realizare multicanal a "feedback"-ului.

Perfecționarea unității de calcul, a echipamentelor auxi-  
liare, permite conectarea echipamentului prin modificări cons-  
tructive relativ simple la echipamente periferice de orice tip,  
interconectarea pe diferite căi (cablu, telefon, radio) a cal-  
cutoarelor între ele.

Pornind de la aceste considerente și în țara noastră s-a  
dezvoltat și se va extinde producția de calculatoare electroni-  
ce de capacitate mică, avînd ca bază microprocesorul Z80 (8080)  
și variantele sale. Exemplificăm în acest sens microprocesoarele  
din familia Z8000 M 18 (M 18, M 18 B, L 118), INDEPENDENT,  
I 102, CORAL și recent introdus în producția de serie microcal-  
culatorul de tip "personal" aMIO, fabricat de Întreprinderea de  
Tehnică de Calcul și Informatică, microcalculator care a servit la  
efectuarea calculului din lucrarea de față.

### 5.1.2. Prezentarea microcalculatorului " aMIO " și a echipamentelor periferice aferente.

Microcalculatorul aMIO are ca bază de lucru microproce-  
sorul Z 80, fiind construit într-o concepție single board com-  
puter (calculator pe o singură placă). Capacitatea maximă a me-  
moriei este de 64 kb, utilizarea limbajelor evoluate necesitînd  
suplimentar memorii de operare pe o configurație de 48 kb memo-

rie RAM.

Principalele module componente ale sistemului "aMIC" (fig.5.1) sînt:

- sursa de tensiune stabilizată (modul de alimentare) care generează tensiunile de alimentare de: +5 V, +12 V, -12 V, -5 V, CMB;
- unitatea centrală de calcul care include tastatura, procesorul Z 80 cu circuitele aferente și memoriile EPROM și operaționalele RAM;
- monitor TV pentru controlul exterior al operării și elaborarea programelor proprii;
- casetofon Deck pentru înregistrarea pe casete magnetice a programelor elaborate, a programelor existente în Biblioteca Națională de Programe (BNP).

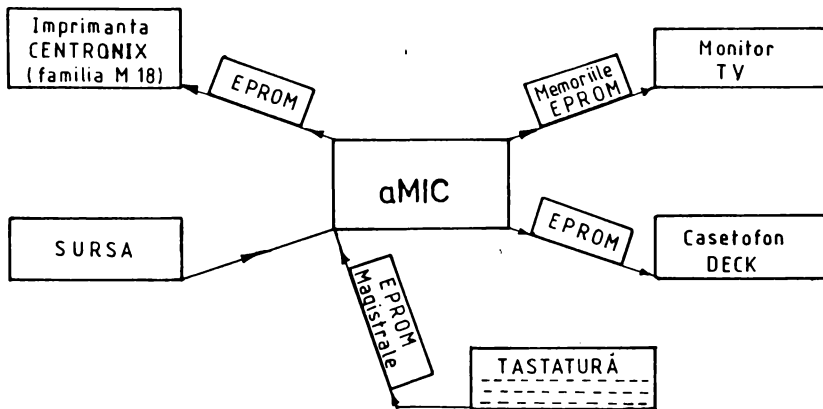


Fig.5.1. Schema modulelor principale ale microcalculatului "aMIC".

Pentru tipărirea rezultatelor calculelor s-a întocmit un program suplimentar care asigură accesul la imprimante serie de tip matricial, program înregistrat pe un circuit de memorie de tip EPROM, fiind implantat în unitatea centrală (calculatorul este prevăzut constructiv cu rezerve suplimentare).

Imprimanta folosită a fost de tipul "CENTRONIX", asigurând tipărirea unui număr de 160 instrucțiuni, în regimuri de viteze de tipărire diferite, pe hirtie imprimantă, care de regulă face

parte din echipamentul de livrare a calculatorului din familia M 18.

După realizarea conexiunilor între periferice și unitatea centrală s-a trecut la introducerea și rulara cu date reale a programului DATA 01 și DATA 02.

### 5.2. Programul DATA 01 și DATA 02 de prelucrare automată a datelor și stabilirea modurilor optimale.

Programul DATA 01 este un program special de prelucrare automată a datelor care reproduce în limbaj BASIC modelul de calcul prezentat în capitolul 3.3, fiind structurat în patru subprograme distincte:

1° - subprogram pentru controlul parțial, separat al abaterilor absolute cuprins între liniile cu coduri cuprins între etichetele 10 și 30. De regulă acest subprogram nu operează, el fiind oprit prin instrucțiunea 1 GOTO 90, apelarea la subprogram făcându-se numai în cazuri deosebite când se constată anomalii în rezultatele finale ale calculului (fig.5.2).

2° - subprogramul principal care efectuează conducerea întregului calcul de la introducerea datelor de operare, până la tipărirea rezultatelor (fig.5.3).

Subprogramul este astfel conceput încât să asigure dialogul permanent între operator și calculator, fără ca operatorul să posede cunoștințe ample de programare a calculatoarelor, acesta răspunzând cu ajutorul tastaturii la întrebările "puse" de calculator: "GRADUL ECUAȚIEI ESTE M"; "NUMĂRUL PERIODELOR DE VALORI ESTE N"; "SERIUL x" (x corespunde cu f); "SERIUL y" (y corespunde cu v), etc.

Seriul x (f) reprezintă șirul valorilor variabilei independente, iar șirul y (v) reprezintă șirul variabilei dependente.

Instrucțiunile cuprinse între etichetele 90 și 200 efectuează introducerea datelor în matrice și inițializarea acestora.

Instrucțiunile cuprinse între eticheta 500 și 590 efectuează calculul abaterilor și tipărirea acestor rezultate.

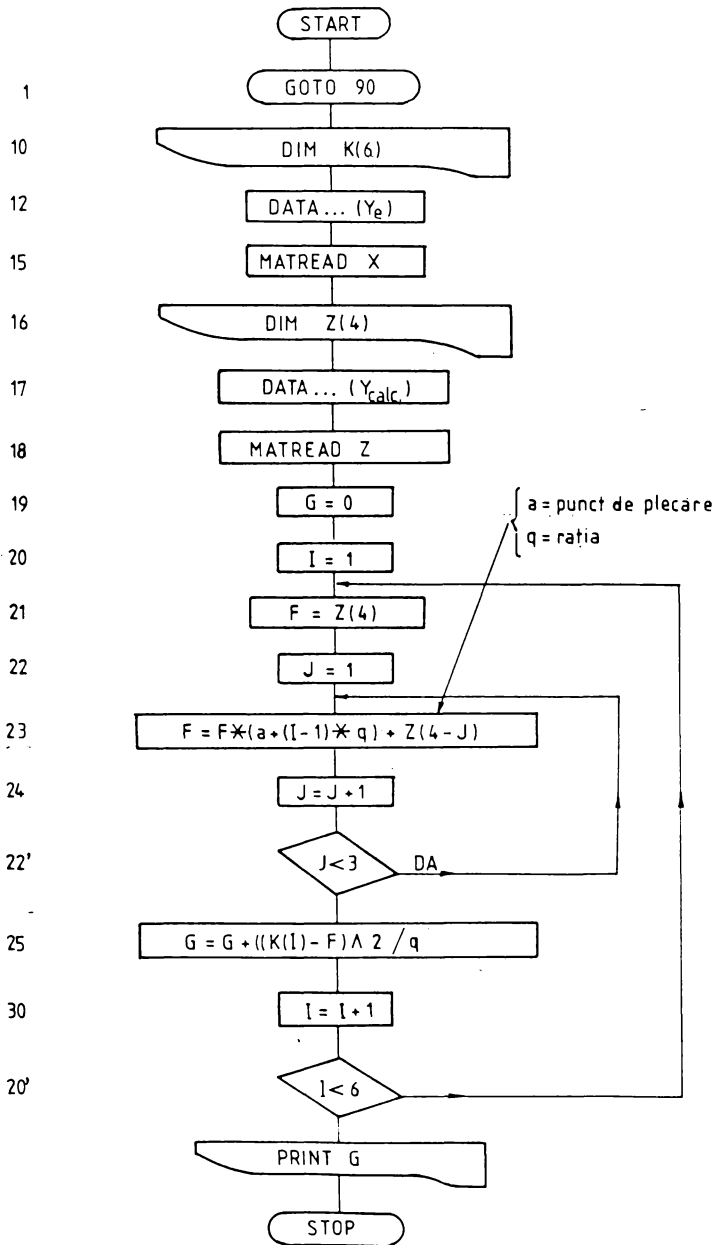
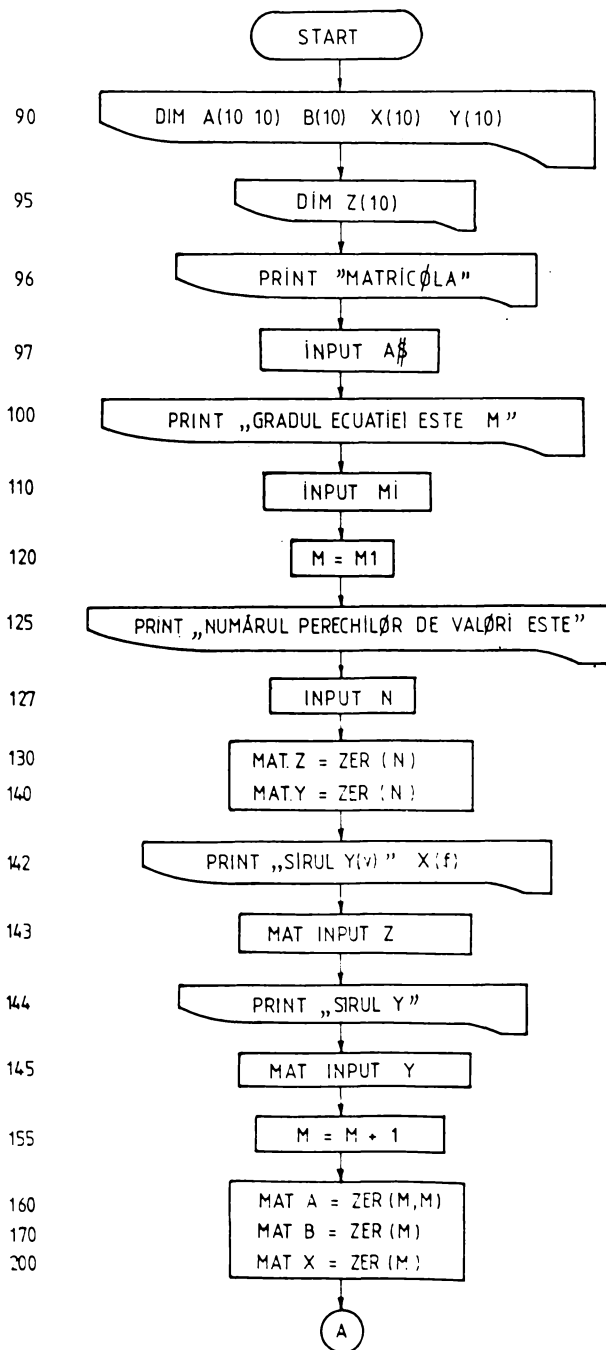


Fig.5.2. Subprogram de verificare a rezultatelor parțiale.



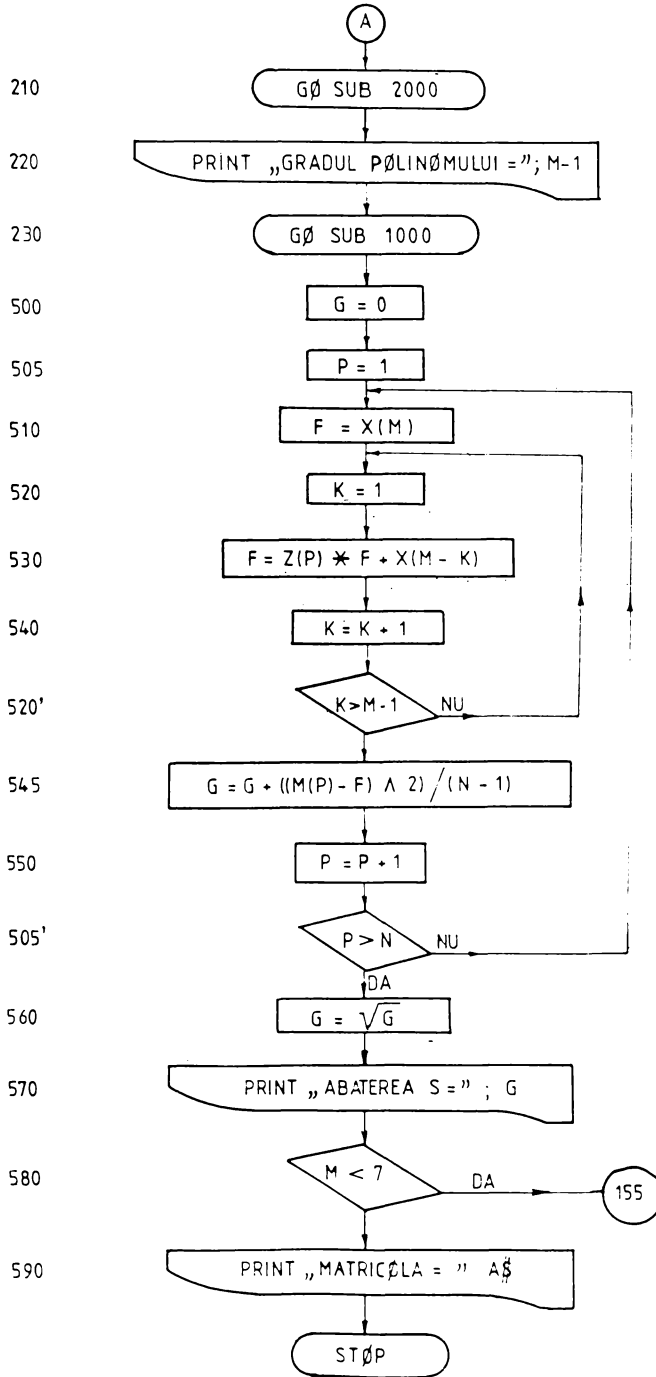
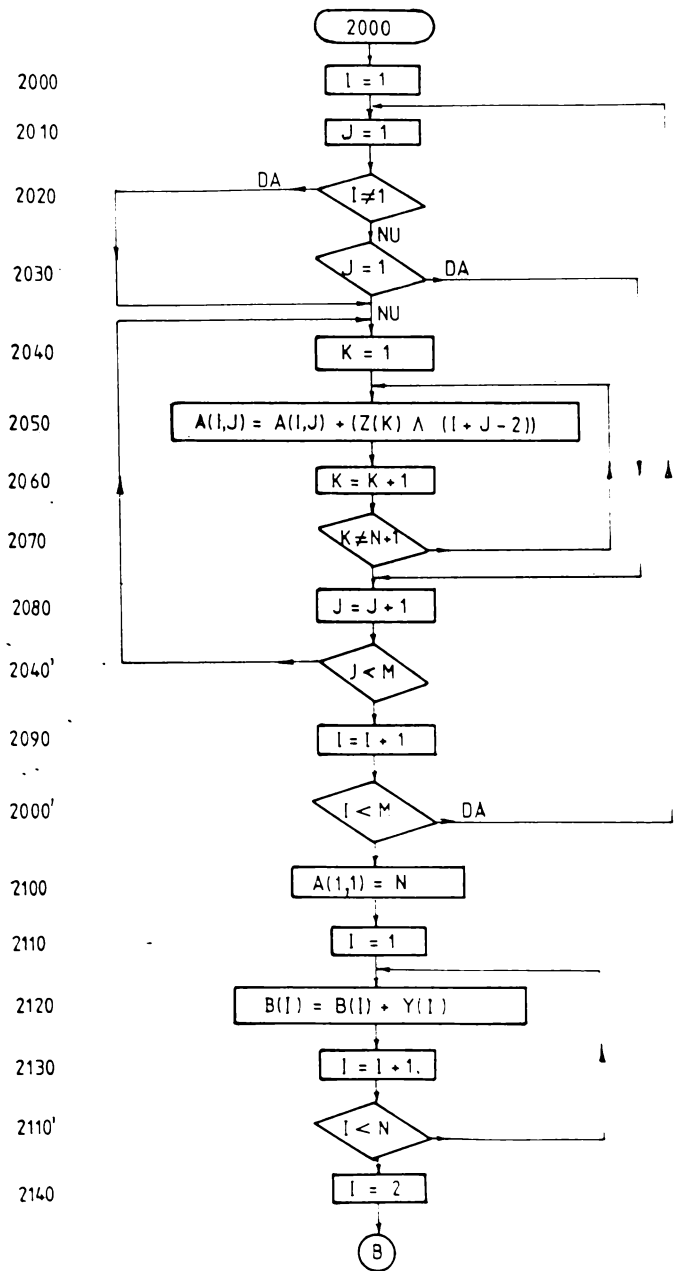


Fig.5.3. Algoritm program principal.





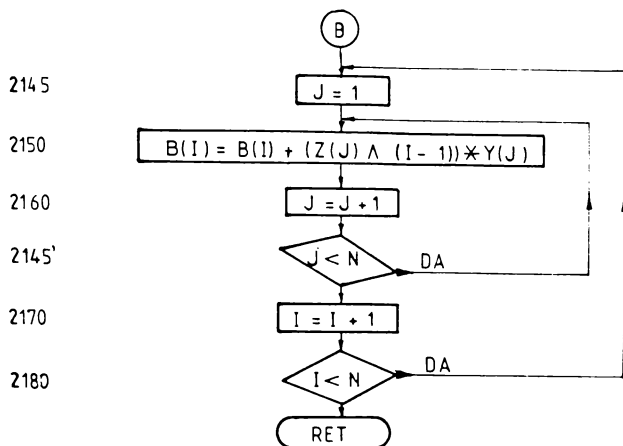


Fig.5.4. Algoritm subprogram pentru calculul sumelor.

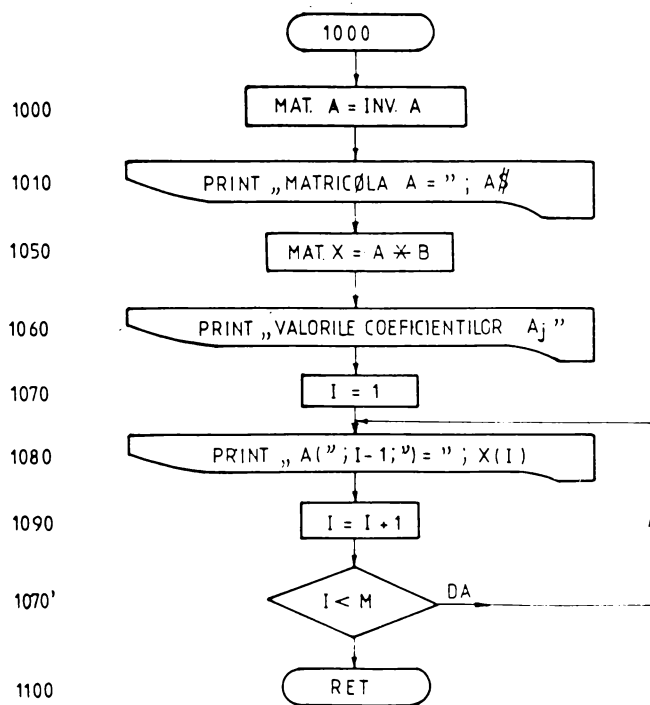


Fig.5.5. Algoritm suprogram pentru rezolvarea sistemului normal.

3<sup>o</sup> - subprogram pentru calculul sumelor Lagrange ai coeficienților sistemului normal, (SUBSUMINA 200), corespunzător instrucțiunilor cu etichete de la 200 la 218 (fig.5.4).

4<sup>o</sup> - subprogram pentru rezolvarea sistemului normal de ecuații (fig.5.5) de calcul ai coeficienților  $A_j$  ai funcționalei, precum și subprogram de tipărire succesivă a acestora (fig.5.6).

Pentru rezolvarea sistemului normal s-a recurs în calcul la metoda matricii inverse.

Programul are următoarele caracteristici:

- efectuează preluorarea șirurilor de date pînă la acee perechi;
- gradul maxim de interpolare al polinoamelor corespunzător încheierii ciclajului de interpolare  $n = 7$ ;
- interpolarea polinoamelor se efectuează succesiv de la  $n = 1$  pînă la  $n = 7$ ;
- permite oprirea operării din exterior de către operator înainte de atingerea gradului 7 al polinomului, dacă se consideră rezultatele obținute pînă la punctul respectiv drept satisfăcătoare;
- corespunzător fiecărei etape de ciclaaj pentru un grad dat al polinomului, programul tipărește: șirul datelor inițiale de calcul ( $f, v$ ), cadrul mărimii fenomenelor studiate (MĂRIMILE), gradul polinomului, valorile coeficienților  $A_j$  ai funcționalei (polinomului), abaterea  $s$ .

Acest program este înregistrat pe casetă magnetică putînd fi utilizat ori de cîte ori este nevoie.

Cu ajutorul acestui program DATA 01, folosind calculatorul de tip "personal ANIC" s-au efectuat preluorările datelor experimentale prezentate în tabelele 4.5 pînă la 4.15, conform programului prezentat în figurile 5.2 pînă la 5.5.

Modul de conducere al operațiilor și al calculului s-a efectuat prin intermediul monitorului TV care a permis controlul exterior al operării și elaborarea programelor proprii de calcul.

Rezultatele calculului efectuate și verificate prin urmărirea pe ecranul monitorului TV, au fost imprimare pe hirtie imprimantă, rulată de imprimanta de tipul "CENTRONICA", care a asigurat tipărirea unui număr de 160 instrucțiuni, în regimuri de viteză

de tipărire diferite, pe hirtie imprimantă, care a făcut parte din echipamentul de livrare al calculatorului din familia 118.

Prin prelucrarea datelor experimentale la calculator pentru fiecare număr matricol, folosind polinoame de gradul 1, 2, 3, 4 și 5, s-au obținut valorile coeficienților  $A_j$  și abaterea  $s$ , după cum se prezintă în exemplul din figura 5.6. În figura 5.6 se prezintă din șirul celor 7 de numere matricole prelucrate la calculator, datele obținute pentru două numere matricole.

Analiza abaterilor  $s$  permite stabilirea gradului polinomului pentru alegerea coeficienților  $A_j$ . Abaterea cu valoarea cea mai mică, indică gradul polinomului care reproduce cel mai exact variația vitezei de muls în funcție de frecvența pulsațiilor.

- Pornind de la condițiile existente în agricultură s-a considerat oportună elaborarea unui nou program de calcul îmbunătățit. Pentru aceasta s-a elaborat programul LATA 12, tot în limbaj BASIC, care să permită utilizarea lui pe calculatoarele personale, pe microcalculatoare cu o bază largă de accesibilitate.

Varianta programului LATA 12 prezentată a fost elaborată în limbaj "BASIC - AMIC", dar cu mici modificări poate fi utilizată pe orice microcalculator.

Programul LATA 12 al cărui algoritma este prezentat în figura 5.7, 5.8 și 5.9 este structurat pe trei subprograme:

1.- Programul principal (fig. 5.7), cuprinde rucura de bază care efectuează operațiile de intrare-ieșire, inițializarea matricilor, calculul abaterilor în ambele variante:  $s_1 = f(V)$  și  $s_2 = f(I)$  și asigură dialogul cu celelalte două subprograme. Pentru a permite intervenția din exterior numai pentru o anumită secvență, respectiv repetarea selectivă a unor secvențe s-au folosit la început un set de instrucțiuni de transfer codificat (etichetele 20 - 99).

2.- Subprogramul 100 (fig. 5.8) pentru calculul sumelor Lagrange și a valorilor coeficienților sistemului normal.

3.- Subprogramul 200 (fig. 5.9) - pentru rezolvarea sistemului normal - rezolvă sistemul prin metoda matricii inverse, efectuând și afișarea pe miniimprinantă a valorilor coeficienților

$A_j$ .

MATRICOLA =: 994  
GRADUL ECUAȚIEI ESTE M:1  
NUMARUL TERMENILOR DE VALORI=4  
SIRUL f  
:5,5,5,6,6,5  
SIRUL v  
:1100, 1200, 1120, 990  
GRADUL POLINOMULUI=1  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=1657.98  
A(1)=-93996  
ABATEREA s=8609.99  
GRADUL POLINOMULUI=2  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=-786  
A(1)=3247  
A(2)=-291.625  
ABATEREA s=1665.02  
GRADUL POLINOMULUI=3  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=-22912  
A(1)=11998  
A(2)=-168  
A(3)=81  
ABATEREA s=1.258642106  
GRADUL POLINOMULUI=4  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=-18816  
A(1)=5632  
A(2)=384  
A(3)=-266.5  
A(4)=19125  
ABATEREA s=3.109923107  
GRADUL POLINOMULUI =5  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=-25736  
A(1)=6224  
A(2)=1.76  
A(3)=-247.875  
A(4)=-1.375  
A(5)=2.57812  
ABATEREA s=6.258296106  
SIRUL AT 2070

MATRICOLA =: 999  
GRADUL ECUAȚIEI ESTE M:1  
NUMARUL TERMENILOR DE VALORI=4  
SIRUL f  
:5,5,5,6,6,5  
SIRUL v  
:1020, 1200, 1000, 950  
GRADUL POLINOMULUI=1  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=1513.98  
A(1)=-81.998  
ABATEREA s=9098.99  
GRADUL POLINOMULUI=2  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=-6036-  
A(1)=2567  
A(2)=-237.5  
ABATEREA s=4849.84  
GRADUL POLINOMULUI= 3  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=-34174  
A(1)=17216  
A(2)=-2816  
A(3)=151  
ABATEREA s=638132  
GRADUL POLINOMULUI=4  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=-28288  
A(1)=7872  
A(2)=960  
A(3)=-458  
A(4)=33.5  
ABATEREA s=1.120117  
GRADUL POLINOMULUI=5  
VALORILE COEFICIENTILOR A<sub>j</sub>  
A(0)=-4028  
A(1)=9792  
A(2)=1504  
A(3)=-387.75  
A(4)=-15.375  
A(5)=4.17187  
ABATEREA s=224587  
SIRUL AT 2020

Fig.5.6. Prezentarea preluării la calculator a două polinoame cu gradele de la 1,....,5, în care se dau valorile coeficienților A<sub>j</sub> și abaterea s.

Programul DATA 02 prezentat a fost listat la minimiprișanță, pentru 83 numere matricole, iar unele din rezultatele calculului automat sînt prezentate în tabelul 5.1 și 5.4.

Pentru utilizarea ulterioară a rezultatelor se procedează la optimizarea frecvenței pulsațiilor prin metoda derivării funcției scop.

### 5.3. Modul de utilizare a calculatorului și a programelor.

Inițial se efectuează cuplarea elementelor componente între ele, apoi la rețeaua de alimentare de 220 V, curent alternativ. Se operează modificarea a 220V, astfel încît să fie asigurată interfața cu imprimanta serie **CONTRONIC**. După acționarea butoanelor de pornire ale subansamblurilor se așteaptă aproximativ trei minute pînă cînd acestea devin operative.

Se efectuează poziționarea casetei la zona corespunzătoare înregistrării programului dorit, după care se pornește lectura casetei din casetofon, concomitent cu pornirea unității de calcul care efectuează încărcarea pe memoria operațională a programului și lansarea lui în execuție prin instrucțiunile:

L [CR]- citește fișierul.

\* G 0829 - lansează în execuție interpretorul BASIC cu programul citit anterior:

Anterior încercării se efectuează programarea unității de calcul pentru limbajul dorit. Pentru inițializarea lucrului cu limbajul BASIC se dă comanda \* G 0800, după care dacă totul este în regulă se produce "intrarea în BASIC", confirmată de apariția pe monitorul TV a "MESSAGE TO BASIC".

După încărcarea programului se verifică dacă programul este corect printr-o instrucțiune de listare fără limite și urmărirea a programului vizualizat pe televizor:

LIST

Dacă nu se constată existența unor erori sau diferențe față de program se trece la rularea programului. Începerea rulării se realizează prin instrucțiunea:

RUN

după care începe dialogul operațional între operator și unite-

tea de calcul.

Se cer succesiv: - codul datelor de prelucrare (MATICOLA);  
+ gradul inițial al funcției de la care se dorește să înceapă stabilirea formei polinomiale optime (GRADUL ÎNCĂLZIRII DATELOR).

- numărul perechilor de valori ale variabilelor (NUMĂRUL PARECHILOR DE VALORI DATELOR);

- șirul valorilor variabilei independente (ȘIRUL X (f));

- șirul valorilor variabilei dependente (ȘIRUL Y (v));

după care urmează operațiile de calcul, tipărindu-se pentru fiecare grad al polinomului rezultatele calculului.

Prerea calculului pentru un grup de date se poate realiza în mod normal (la cerere sau la afișajul ciclajelor) sau anormal atunci când apar situații imposibile în procedura de calcul cum ar fi

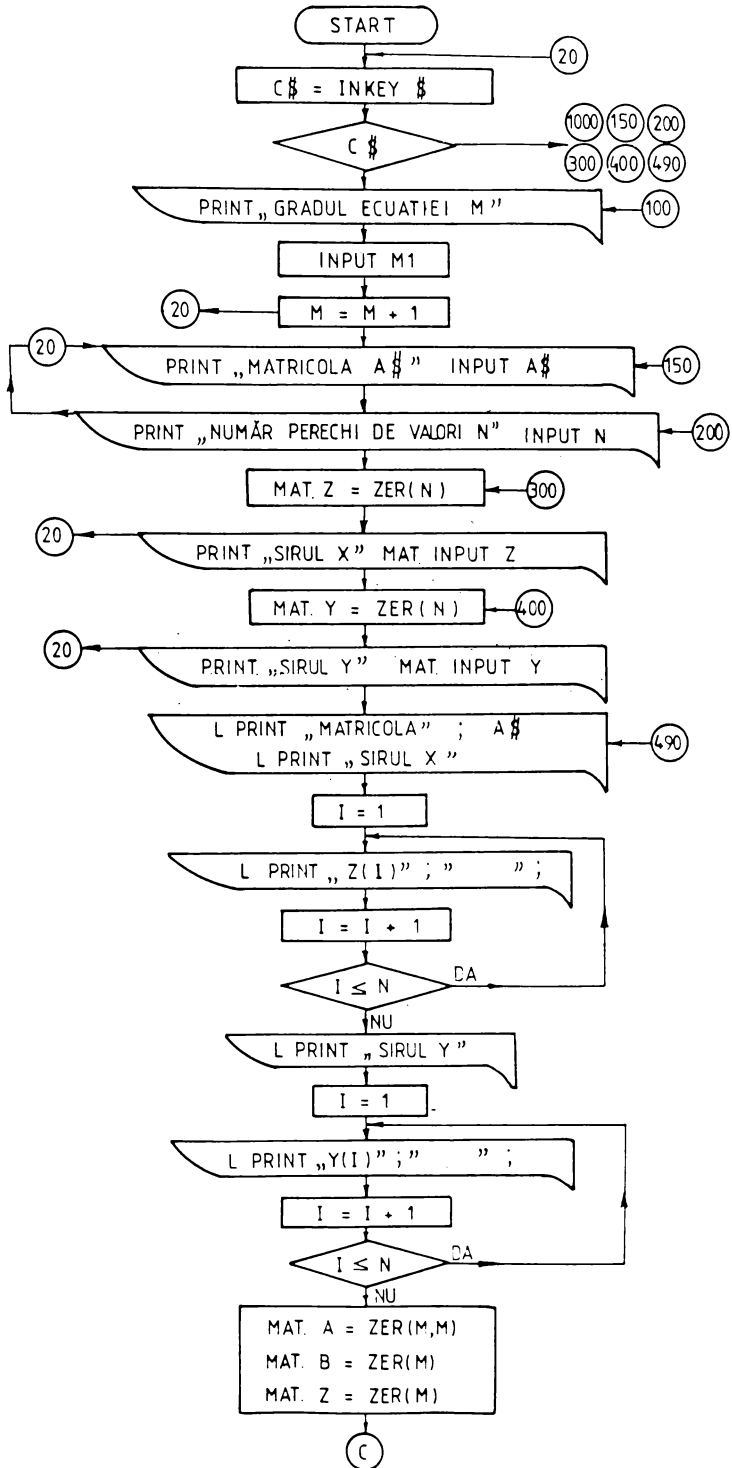
1<sup>o</sup> - cazul 27 în LIA ( ) - adică în rularea subrutinei de rezolvare a sistemului normal există o matrice neinvertibilă și sistemul este imposibil de rezolvat.

2<sup>o</sup> - cazul 11 în LIA ( ) - depășirea capacității de calcul a unității centrale la execuția instrucțiunii din linia (etichete) ( ) la apariția acestor erori compilatorul oprește calculul dar păstrează programul încărcat, fiind gata de o nouă rulare cu alte perechi de date.

#### 5.4. Analiza și interpretarea rezultatelor obținute după prelucrarea automată a datelor. Concluzii privind regimul optim de funcționare al mașinilor de muls.

Deoarece volumul de calcule este mare și foarte mare, pentru prelucrarea automată s-au ales datele cele mai semnificative din cadrul fiecărui lot și producții de lapte.

Datele încercărilor de la loturile 1, 2 și 3 obținute cu mașinile de muls prevăzute cu pulsatoare hidropneumatice, reglate la frecvența de 45, 50, 55, 60, 65 și 70 pulsații/min, au fost prelucrate pe calculatorul personal "AMIC", folosind pro-



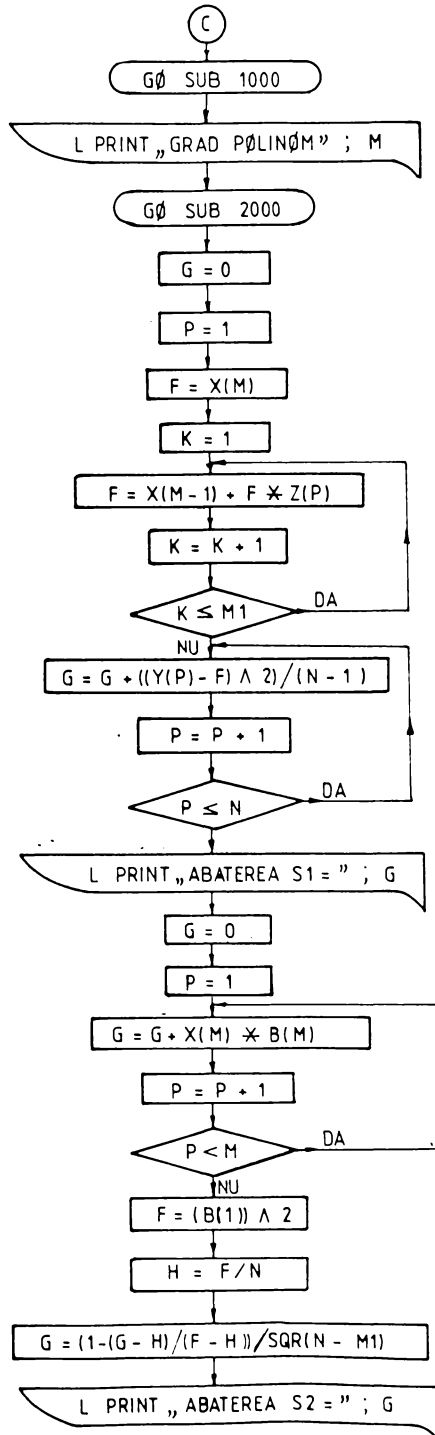


Fig.5.7. Programul principal DATA O2, efectuează operațiile de intrare-ieșire, inițializarea matricilor, calculul abaterilor și asigură dialogul cu celelalte două programe.



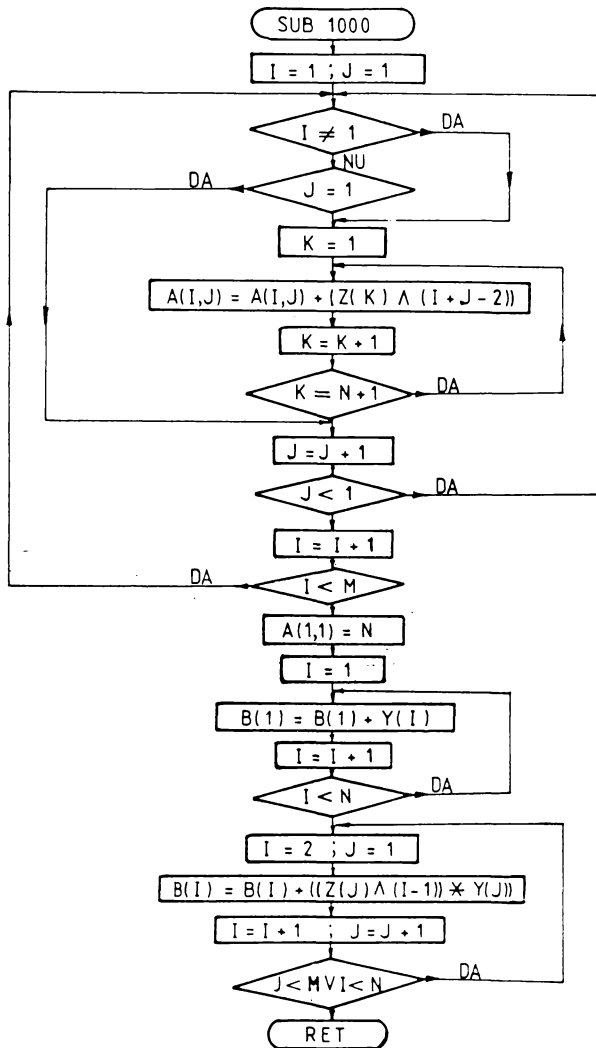


Fig.5.8. Subprogramul 1000 pentru calculul coeficienților.

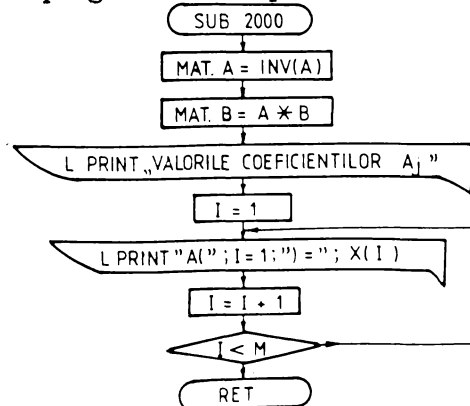


Fig.5.9. Subprogramul 2000 pentru rezolvarea sistemului.

programul "DATA 01" și s-au obținut valorile coeficienților  $A_j$ . Cu ajutorul coeficienților  $A_j$  s-au stabilit funcționalele polinomiale cu gradul 1, ..., 5. Rezolvarea funcției polinomiale cu abateroa cea mai mică a permis obținerea frecvenței optime.

Deoarece întinderea câmpului de frecvențe luat spre analiză este prea mare, găsirea unei funcții polinomiale reale care să satisfacă reprezentările grafice a valorilor experimentale din figurile 4.7, 4.8 și 4.9 este greoaie, ceea ce a determinat restrângerea câmpului de valori a frecvenței pulsațiilor la 45, 50, 55 și 60 puls./min. Valorile experimentale ale vitezei de muls corespunzătoare frecvenței pulsațiilor de 45, 50, 55 și 60 puls./min, folosind programul "DATA 02", au fost introduse în calculatorul "MAMIC" și s-au determinat valorile coeficienților  $A_j$ . Cu aceste valori s-au stabilit funcționalele pentru vitezele de muls ale fiecărei veci. Parte din aceste funcționale pentru câteva exemplare, cit și valorile frecvențelor optime sînt trecute în tabelul 5.1. Tot în tabelul 5.1 se mai dau funcționalele și valorile frecvențelor optime pentru valorile medii ale vitezelor de muls pentru fiecare lot 1, 2 și 3.

Pentru încercările efectuate cu mașinile instalației de muls echipate cu pulsator central mecanopneumatic care a fost reglat la 50, 55, 60 și 65 puls./min, corespunzătoare loturilor 1B și 2B, s-a folosit programul "DATA 01" care a fost introdus în calculatorul "MAMIC" și s-au determinat valorile coeficienților  $A_j$ . Cu ajutorul coeficienților  $A_j$  s-au stabilit funcționalele pentru fiecare număr matricol, iar prin rezolvarea funcționalelor s-a obținut valoarea frecvenței optime. O parte din funcționale cu abaterile corespunzătoare și valorile frecvenței optime sînt prezentate în tabelul 5.2.

Rezultatele calculului statistic automat pentru datele experimentale corespunzătoare loturilor 1B, 2B și 3B la care s-au folosit mașini de muls cu pulsație hidropneumatică, reglate la frecvențe pulsațiilor de 50, 52, 54, 56, 58 și 60 pulsații/min, prin folosirea programului "DATA 01" pe calculatorul personal "MAMIC", s-au determinat valorile coeficienților  $A_j$ . Cu ajutorul coeficienților  $A_j$  s-au stabilit funcționalele pentru fiecare număr matricol, iar prin rezolvarea funcționalelor s-a obținut valoarea frecvenței optime. În te-

belul 5.3 pentru unele exemplare sînt prezentate funcționalele vitezei de muls cu abaterile corespunzătoare și valorile frecvenței optime.

Rezultatele unor calcule efectuate automat pentru valorile vitezelor de muls obținute cu mașinile de muls care au folosit pulsator central mecanopneumatic, reglat la frecvența pulsațiilor de 50, 53, 55, 58 și 60 puls/min de la loturile 1C, 2C și 3C, folosind programul "MIA 02" pe calculatorul personal "ALIC" s-au determinat valorile coeficienților  $k_p$ . Cu ajutorul acestor coeficienți s-au stabilit funcționalele pentru fiecare număr matricol, iar prin rezolvarea funcționalelor s-a obținut valoarea frecvenței optime. În tabelul 5.4 pentru unele exemplare sînt prezentate funcționalele vitezei de muls și valorile frecvenței optime. Tot în tabelul respectiv se dau funcționalele și valorile frecvențelor optime pentru valorile medii ale vitezelor de muls pentru loturile 1C, 2C și 3C.

Pentru reducerea influenței erorilor de calcul ale datelor experimentale care au fost introduse în calculator, în vederea obținerii unor rezultate calculate cît mai ușor de folosit în calculele matematice obișnuite, s-a recurs la folosirea unor coeficienți de multiplicare pentru girurile valorilor ( $f, v$ ) după cum urmează:

a) - pentru tabelele 5.1, 5.2 și 5.4 s-au multiplicat valorile girului  $f$  cu coeficientul 0,1, iar cele ale girului  $v$  s-au multiplicat cu coeficientul 1000.

b) - pentru tabelul 5.3 s-au păstrat valorile girului  $f$ , iar valorile girului  $v$  s-au multiplicat cu coeficientul 1000.

În analiza calculului automat, a rezultatelor obținute, ies în evidență următoarele concluzii:

1<sup>o</sup> - În intervalul analizat funcțiile optime care descriu procesul sînt de regulă funcții parabolice convexe, ceea ce arată existența unui punct de maxim a vitezei medii de muls în jurul valorii de  $55 \pm 2$  pulsații/minut. Valorile absciselor maximelor se determină prin efectuarea derivatei de ordinul întâi și anularea valorii funcționalei. Spre exemplu fie funcția (tabelul 5.2), a vacii cu nr. matricol 002, cu producția de lapte de  $7 \text{ dm}^3/\text{mulsare}$  care are următoarea funcțională:

$$v = -28,625f^2 + 397f - 7372$$

Derivata de ordinul întâi va fi:

$$v' = -561,25f + 3097$$

Prin anularea derivatei,  $v' = 0$ , rezultă valoarea lui  $f$   
 $f = f_{10}$  (a numărului de pulsații optim) corespunzătoare maximu-  
lui statistico-matematic al vitezei de muls:

$$f_{10} = \frac{3097}{561,25} = 55,18 \text{ pulsații/min}$$

2. Abaterile negative de la valoarea de 55 puls/min sînt rare (în tabelul 5.2 frecvența de apariție a pulsațiilor inferioară frecvenței de 54 puls/min este mai mică decît  $f_1 = 0,05$ ).

3. Se constată o grupare a valorilor de maxim spre 55 puls/min. în cazul folosirii mașinilor de muls cu pulsator hidropneumatic și de 55 - 55,5 puls/min în cazul folosirii mașinilor de muls cu pulsator mecanopneumatic.

4. În cadrul folosirii pulsatorului hidropneumatic, din determinările experimentale la lotul 1 există o tendință de creștere ușor semnificativă a valorii vitezei de muls, în cazul producțiilor mici, după valoarea frecvenței pulsațiilor de 60 puls/min, fără a depăși însă valoarea primului maxim. Această creștere este justificată prin exprimarea dependenței funcționalei optime printr-o funcție de gradul trei (o cubică). În cazul producțiilor medii și mari această creștere nu mai apare în nici un caz și nici în cazul producțiilor mici de lapte, lucru confirmat și de calculul statistic automat efectuat pe calculator.

5. La analiza intervalului de valori ale frecvenței pulsațiilor cuprinse între 50 și 60 puls/min, se constată pe ansamblu o ușoară scădere de la 50 puls/min la 60 puls/min, maximul statistico-matematic rezultat din prelucrarea diferențială a curbelor obținute este de regulă cuprins între valorile de 55 și 56 puls/min.

6. Numărul optim statistico-matematic de pulsații parcurge la rîndul său o evoluție de tip parabolic înregistrînd un maxim în cazul pulsatorului hidropneumatic și mecanopneumatic la 55-56 puls/min, corespunzător producțiilor de lapte existente în producție și analizate în cadrul acestei teze de doctorat.

Tabelul 5.1

Exprimarea dependenței funcționalelor cu ajutorul coeficienților  $A_i$  și determinarea frecvenței optime la mașinile de muls care au folosit pulatoare hidropneumatice reglate la frecvența de 45, 50, 55, 60, 65 și 70 puls./min, de la loturile 1, 2 și 3, însă prin luarea în calculul automat numai a frecvențelor de 45, 50, 55 și 60 puls./min.

Nr. crt.	Nr. mașinilor col.	Prod. lapte dm <sup>3</sup> /muls.	Exprimarea dependenței funcționalei optime	Frecvența "f <sub>10</sub> "
1	1128	3,9	$v = - 677,625f^2 + 7319,5f - 18642$	54
4	1265	4,3	$v = - 269,125f^2 + 2927,5f - 6818$	54,49
5	131	4,6	$v = - 538,125f^2 + 5763f - 14199$	53,55
6	1107	4,6	$v = - 69,125f^2 + 747,5f - 189$	54,47
7	1464	5,2	$v = - 149,4375f^2 + 1853f - 3572$	55,31
	$\bar{X}_1$	4,41	$v = - 29,3437f^2 + 234f - 5331$	55,3
1	287	5,7	$v = - 958,625f^2 + 648f - 14864$	54,18
17	192	6,4	$v = - 617,9375f^2 + 6547f - 16244$	53,84
18	282	6,5	$v = - 627,75f^2 + 6747f - 16496$	53,74
19	210	6,7	$v = - 667,75f^2 + 7514f - 19186$	56,26
20	145	6,9	$v = - 418,5f^2 + 4536f - 1736$	54,19
21	408	7,0	$v = - 1126,6f^2 + 1266f - 3270$	53,58
	$\bar{X}_2$	6,25	$v = - 289,125f^2 + 3133f - 766$	54,18
24	25	7,5	$v = - 39f^2 + 3475f - 8282$	56,23
25	200	7,6	$v = - 48,625f^2 + 4477f - 1394$	54,78
26	103	7,8	$v = - 339f^2 + 3710f - 864$	54,57
30	348	9,0	$v = - 29,375f^2 + 2257f - 4776$	53,9
31	214	9,1	$v = - 306,75f^2 + 4248f - 1392$	54,64
	$\bar{X}_3$	8,5	$v = - 159,5625f^2 + 1773f - 397$	55,75
$\Sigma f_{10}/n_{i1}$				54,55

Tabelul 5.2

Exprimarea dependenței funcționalelor cu ajutorul coeficienților  $A_i$  și determinarea frecvenței optime pentru mașinile de muls care au folosit pulsator central mecanopneumatic, reglat la frecvența de 50, 55, 60 și 65 pulsa/min, de la loturile 1A și 2A.

nr. crt.	nr. ma-tri-col.	rod. lapte dm <sup>3</sup> /mala.	Exprimarea dependenței funcționalei optime	Abateres	Frec-ven-ța "f <sub>10</sub> "
1	992	1,7	$v = - 97,125f^2 + 1006f - 2319$	57,87	55,81
2	996	2,0	$v = - 100,25f^2 + 199f - 22438$	2530,85	54,61
3	995	2,5	$v = - 260,5f^2 + 2923,5f - 7592$	3841,55	56,11
4	998	3,0	$v = - 110,125f^2 + 1120f - 8512$	34,05	55,39
5	996	3,5	$v = - 190,4375f^2 + 2110,5f - 5600$	2367,49	55,41
6	990	4,1	$v = - 170,25f^2 + 1872f - 4174$	601,90	54,98
7	199	4,4	$v = - 200,4375f^2 + 2266f - 5638$	2367,39	56,52
8	279	5,0	$v = - 290,625f^2 + 3262f - 8024$	5540,14	56,12
9	997	5,5	$v = - 450,875f^2 + 5058f - 13024$	5849,45	56,09
10	991	5,5	$v = - 380,75f^2 + 4237f - 10886$	4214,37	55,64
11	990	5,6	$v = - 230,5f^2 + 2567f - 6036$	4849,84	55,68
12	001	5,75	$v = - 189,375f^2 + 2043f - 4108$	8446,37	53,94
13	997	6,0	$v = - 140,3125f^2 + 1530,5f - 3216$	915,64	54,53
14	098	6,0	$v = - 300,625f^2 + 3368f - 8562$	8665,95	56,00
15	094	6,0	$v = - 290,625f^2 + 3247f - 7860$	1665,02	55,97
16	010	6,1	$v = - 220,4375f^2 + 2465,5f - 6006$	1763,58	55,92
17	989	6,4	$v = - 170,375f^2 + 1861f - 3600$	442,18	54,61
18	002	7,0	$v = - 280,625f^2 + 3097f - 7372$	1884,95	55,18
19	909	7,4	$v = - 370,625f^2 + 4092f - 9952$	2076,52	55,20
20	979	7,8	$v = - 340,625f^2 + 3776f - 9000$	8339,33	55,42
21	960	8,3	$v = - 290,5f^2 + 3226f - 7644$	2875,67	55,62
$\sum f_{10}/n_{12}$					55,47

Tabelul 5.3

Exprimarea dependenței funcționalelor cu ajutorul coeficienților  $A_j$  și determinarea frecvenței optime pentru mașinile de muls care au folosit pulsatoare hidropneumatice, reglate la frecvența de 50, 52, 54, 56, 58 și 60 puls/min, de la loturile 1B, 2B și 3B.

Nr. crt.	Nr. ma-tri-col.	Prod. lapte $dm^3/muls.$	Exprimarea dependenței funcționalei optime.	Abatererea "	Frecvența " $f_{10}$ "
1	997	3,29	$v = - 6,2578f^2 + 679,25f - 17438$	3379,69	54,27
2	480	3,95	$v = - 7,8242f^2 + 848,5f - 21984$	4395,33	54,22
3	355	4,96	$v = - 5,4766f^2 + 602,5f - 15392$	1291,28	55,00
4	006	4,34	$v = - 10,832f^2 + 2189,5f - 31456$	3894,09	54,90
5	760	5,54	$v = - 6,2617f^2 + 695f - 18096$	2602,14	55,49
6	632	6,00	$v = - 7,1788f^2 + 784,5f - 20176$	3352,55	54,64
7	225	6,37	$v = - 5,7344f^2 + 622f - 15792$	1061,77	54,23
8	284	6,62	$v = - 5,2969f^2 + 582f - 14880$	952,30	54,93
9	826	6,89	$v = - 6,5625f^2 + 709f - 17920$	3985,43	54,02
10	033	7,03	$v = - 8,1269f^2 + 881f - 22544$	1488,43	54,18
11	447	7,24	$v = - 7,4414f^2 + 805,5f - 20432$	1035,74	54,12
12	257	7,33	$v = -13,4843f^2 + 1405,5f - 37552$	11778,02	53,70
13	674	7,50	$v = -14,2187f^2 + 1533f - 3980$	9355,65	53,00
14	260	7,72	$v = - 5,2148f^2 + 575f - 14528$	466,10	55,13
15	453	8,29	$v = - 4,1758f^2 + 435f - 11088$	3723,13	52,00
16	063	8,54	$v = - 5,3047f^2 + 573f - 14112$	6594,05	54,00
17	606	8,72	$v = - 6,8242f^2 + 745f - 18896$	7187,05	54,58
18	320	9,07	$v = - 9,5156f^2 + 1045f - 27184$	9148,15	54,75
$\Sigma f_{10}/n_{tj}$					54,35

Tabelul 5.4

Exprimarea dependenței funcționalelor cu ajutorul coeficienților  $A_j$  și determinarea frecvenței optime pentru mașinile de muls care au folosit pulsător central mecanopneumatic reglat la 50, 53, 55, 58 și 63 puls/min, de la loturile 10, 20 și 31.

nr. ord.	nr. ma-tri-col.	prod. lapte dm <sup>3</sup> /muls.	Exprimarea dependenței funcționalei optime.	Frecvența "f <sub>10</sub> "
1	55	1,9	$v = - 584f^2 + 6469f - 17472$	55,38
2	36	1,94	$v = - 464,125f^2 + 5143f - 13844$	55,4
3	37	2,52	$v = - 538,75f^2 + 5778f - 12984$	53,62
-----				
11	32	3,0	$v = - 428,25f^2 + 4898f - 12798$	56,14
12	16	3,99	$v = - 515,5f^2 + 5738f - 15169$	55,36
13	34	4,07	$v = - 782,25f^2 + 8524f - 2411$	54,48
	$\bar{x}_k$	3,18	$v = - 56,5f^2 + 6178f - 16449$	55,16
15	03	4,22	$v = - 1101f^2 + 12312f - 33449$	55,91
16	20	4,42	$v = - 440,25f^2 + 4884f - 12824$	55,47
17	13	4,46	$v = - 451f^2 + 4932f - 12729$	54,68
-----				
30	31	5,26	$v = - 244f^2 + 2790f - 7216$	57,17
31	1	5,32	$v = - 666,25f^2 + 7300f - 19129$	54,78
32	33	5,39	$v = - 207,75f^2 + 2324f - 5678$	55,93
	$\bar{x}_k$	4,84	$v = - 584,75f^2 + 6486f - 17184$	55,46
36	15	5,66	$v = - 776,5f^2 + 8532f - 22736$	54,94
37	21	5,67	$v = - 486,5f^2 + 5320f - 12568$	53,89
38	53	5,77	$v = - 334f^2 + 3742f - 9312$	55,45
39	40	5,85	$v = - 1030,5f^2 + 11412f - 34624$	55,37
40	25	5,88	$v = - 568f^2 + 6376f - 16912$	56,13
-----				
43	5	9,74	$v = - 720,5f^2 + 7836f - 20096$	54,38
	$\bar{x}_k$	6,55	$v = - 692,5f^2 + 7664f - 2192$	55,34
$\Sigma f_{10}/n_{t4}$				55,46
$(\Sigma f_{10}/n_{t1} + \Sigma f_{10}/n_{t2} + \Sigma f_{10}/n_{t3} + \Sigma f_{10}/n_{t4})/4=54,96$				



După determinarea prin calcul automat a frecvențelor optime ale pulsațiilor care realizează în procesul de muls vitesa maximă de muls, pentru a ilustra mai clar variația vitezei de muls după funcționalele polinomiale exprimate în tabelele 5.1, ..., 5.4, s-a reprezentat câte o funcție polinomială din fiecare lot, sau funcția polinomială medie a lotului respectiv. Reprezentările grafice sînt reprezentate în figurile 5.1, 5.11, 5.12, pentru loturile 1, 2 și 3, în figurile 5.13, 5.14 pentru loturile 1 și 2, în figurile 5.15, 5.16, 5.17, pentru loturile 1, 2, 3 și în figurile 5.18, 5.19 și 5.20 pentru loturile 1, 2 și 3.

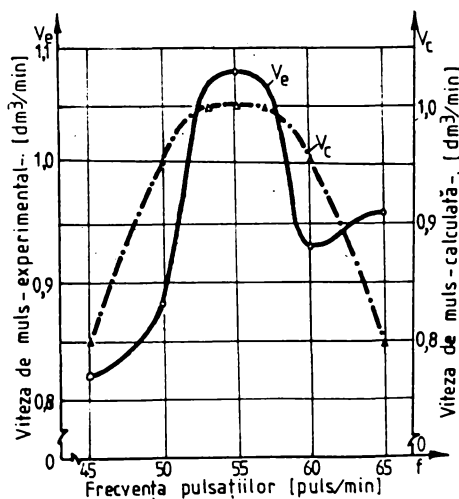


Fig. 5.10. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 1 de vaci cu lapte cu producții medii cuprinse între 5,3 și 5,5 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoare folosind pulsațoare hidropneumatice.

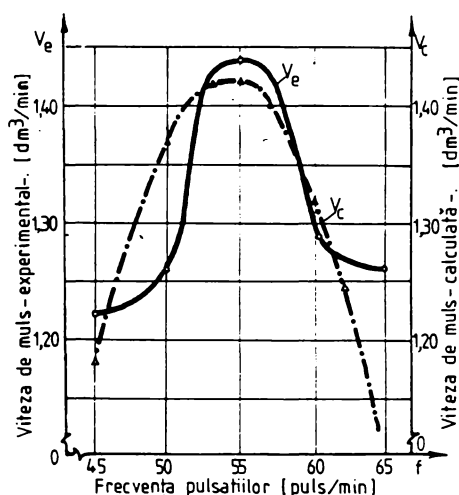


Fig. 5.11. variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 2 de vaci cu producții medii cuprinse între 5,5 și 7 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoare, folosind pulsațoare hidropneumatice.

În analiza acestor reprezentări se deduce că forma curbei atît la reprezentarea după datele experimentale, cît și după funcția polinomială stabilită prin calcul automat, se asemănă.

Fig.5.12. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 3 de vaci cu producții medii cuprinse între 7 și 8,1 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoare, folosind pulsator central hidropneumatic.

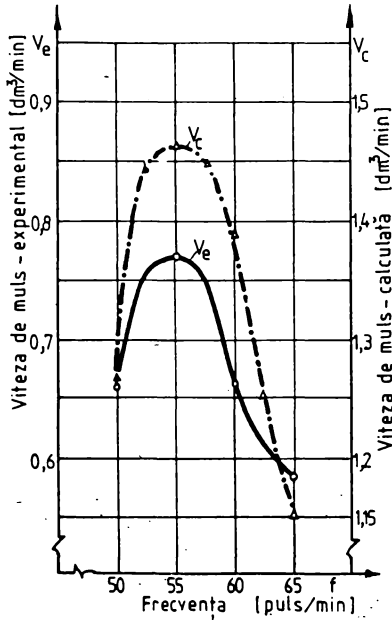
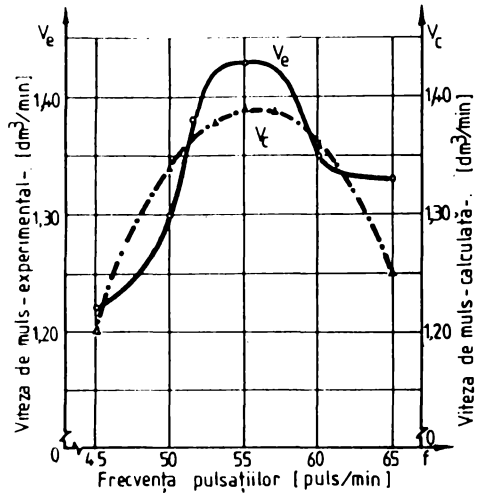


Fig.5.13. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 1. de vaci cu producții medii cuprinse între 1,7 și 4,9 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoare folosind pulsator central mecanopneumatic.

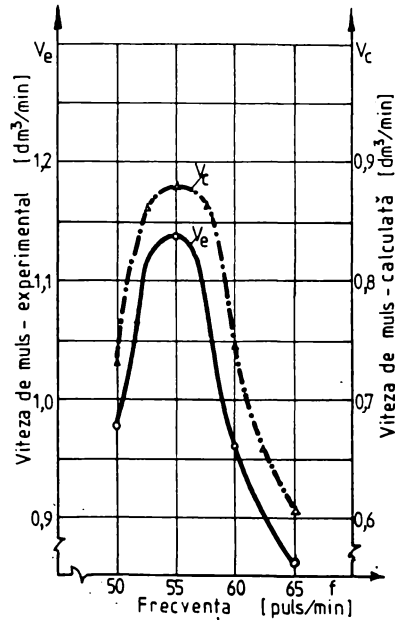


Fig.5.14. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 2A de vaci cu producții medii cuprinse între 5 și 8,3 dm<sup>3</sup> lapte/mulsoare folosind pulsator central mecanopneumatic.

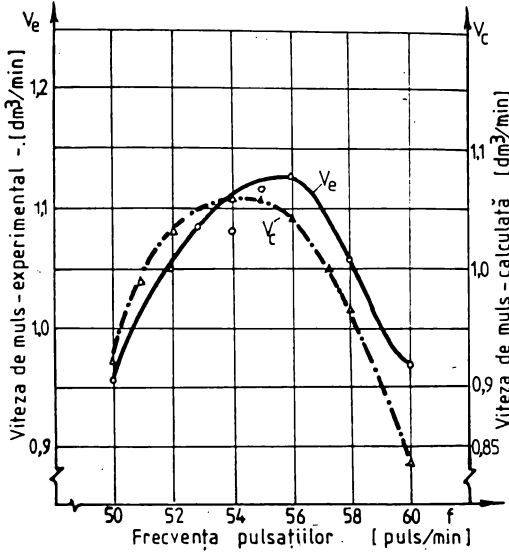


Fig. 5.15. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 1 de vaci cu producții medii cuprinse între 3,29 și 6 dm<sup>3</sup> lapte, mulsoare, folosind pulsatoarele hidropneumatice.

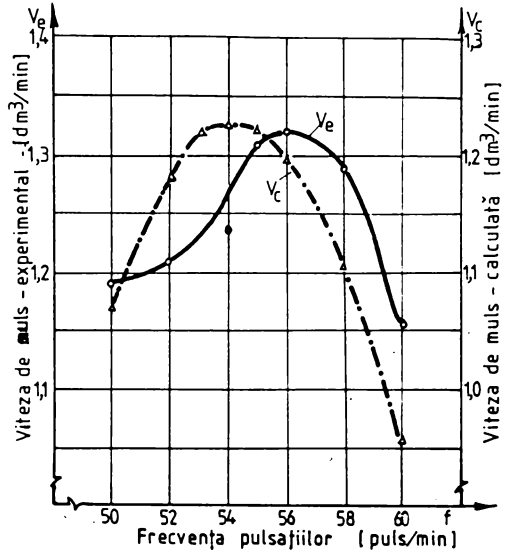


Fig. 5.16. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 2 de vaci cu producții medii cuprinse între 6 și 7,5 dm<sup>3</sup> lapte, mulsoare, folosind pulsatoarele hidropneumatice.

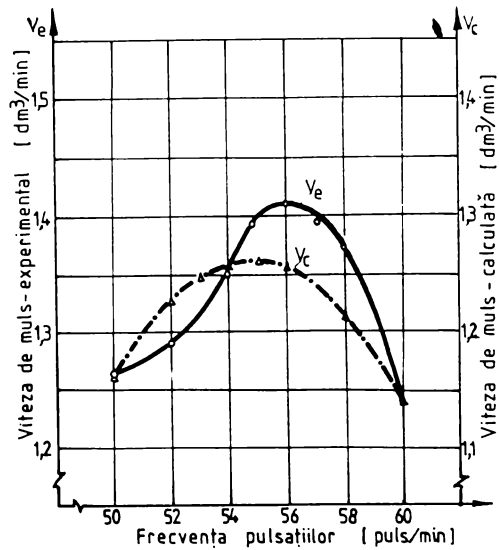


Fig. 5.17. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 3 de vaci cu producții medii cuprinse între 7,5 și 9,67 dm<sup>3</sup> lapte, mulsoare, folosind pulsatoarele hidropneumatice.

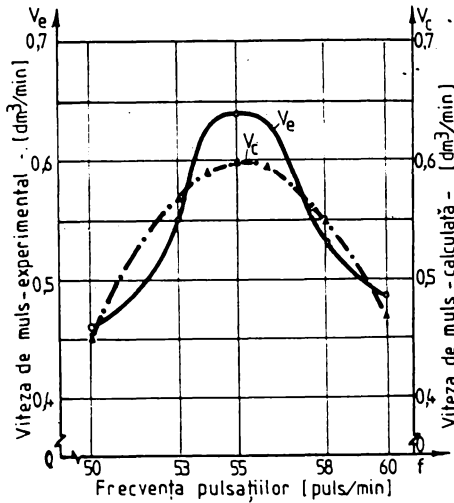


Fig. 5.18. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 1, de vaci cu producții medii cuprinse între 1,85 și 4,15  $\text{dm}^3$  lapte/mulsăoră, folosind pulsator mecanopneumatic.

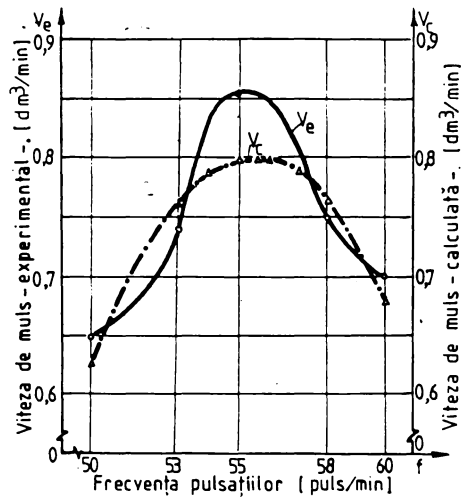


Fig. 5.19. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 2, de vaci cu producții medii cuprinse între 4,22 și 5,39  $\text{dm}^3$  lapte/mulsăoră, folosind pulsator mecanopneumatic.

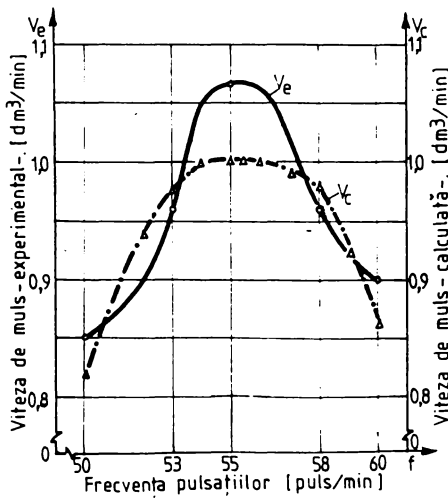


Fig. 5.20. Variația vitezei de muls determinată experimental și prin calcul automat în funcție de frecvența pulsațiilor la lotul 3, de vaci cu producții medii cuprinse între 5,5 și 9,74  $\text{dm}^3$  lapte/mulsăoră, folosind pulsator mecanopneumatic.

Excepție de la această regulă face curba ce reprezintă variația vitezei de muls determinată experimental de la lotul 1, ale cărei vaci au fost cu producție mică de lapte (fig.4.7 și 5.1)). La acest lot, între frecvența pulsațiilor de 60 și 70 puls/min se formează a doua parabolă cu maximum vitezei de muls la frecvența pulsațiilor de 65 puls/min. Valoarea maximă a vitezei de muls la 65 puls/min nu depășește însă maximum vitezei de muls corespunzătoare frecvenței pulsațiilor la 55 puls/min. Minimizat din reprezentarea experimentală arată că la frecvența pulsațiilor de 60 puls/min se obține viteză minimă de muls. Rezultate asemănătoare s-au obținut și în cazul loturilor 2 și 3 (fig. 4.8, 4.9, 5.11 și 5.12), diferența între viteză de muls la frecvența pulsațiilor de 60 și frecvența de 65 puls/min fiind nesemnificativă. În cazul vacilor cu producții medii și mari de lapte nu mai apare creșterea vitezei de muls la 65 puls/min, ci se constată o ușoară micșorare a vitezei de muls. Această constatare a permis, ca în continuare, analiza variației vitezei de muls să se facă între 50 și 60 puls/min, deoarece numai în acest domeniu curbele experimentale ce reprezintă variația vitezei de muls se apropie de curba parabolică, mai precis de curba Gaussiană. Domeniul cu frecvența pulsațiilor între 50 și 60 puls/min reprezintă interes deosebit pentru producție [9] și acest domeniu este acceptat pe plan internațional.

Reprezentările polinozialelor medii arată că toate curbele sînt parabole. Variația acestor parabole arată că la frecvența optimă a pulsațiilor de 55 puls/min, se găsește vîrfurile parabolilor, adică maximum vitezei de muls. O mică excepție prezintă parabola din fig.5.16, nesemnificativ parabole din figura 5.15, iar parabola din figura 5.17 indică maximum vitezei de muls tot la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min. Din analiza parabolilor din figurile 5.15, 5.16, 5.17 (loturile 1A, 2B, 3B) se desprinde ideea și concluzia că în cazul pulsatorului hidropneumatic, la care determinările s-au efectuat la frecvența pulsațiilor de 50, 52, 54, 56, 58, 60 puls/min, între reprezentarea experimentală care are maximum la frecvența pulsațiilor de 56 puls/min, și reprezentarea rotocîtă din calculul automat, există o deviație a reprezentării calculate înspre minimum frecvenței pulsațiilor cu circa o pulsație/minut. Această deviație înspre minimum frecvenței pulsațiilor, față de frecvența pulsațiilor de 56 puls.

min, stabilită experimental ca maximă, dă certitudinea că viteza maximă de muls se obține tot la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min, frecvență care în această experiență n-a fost lustră în considerație, însă calculul automat e foarte în evidență.

Analiza reprezentărilor din figurile 5.18, 5.19 și 5.20 (loturile 18, 20, 3) obținute cu mașinile de muls care au folosit pulsator central mecanopneumatic, scoate în evidență marea asemănare a curbelor experimentale. Tot din aceste reprezentări se observă abaterile foarte mici ale curbelor calculate după funcțiile polinomiale stabilite cu ajutorul calculatorului față de curbele reprezentate experimental.

Aceeași asemănare se constată la figurile 5.13, 5.14 (loturile 18, 20) între curbele reprezentate după datele experimentale și curbele reprezentate după vitezele de muls calculate în funcție de frecvența pulsațiilor prin folosirea polinozialelor stabilite cu ajutorul calculatorului.

Din cele câteva aspecte prezentate se desprind următoarele concluzii cu importanță practică și economică deosebită:

1. Cercetarea experimentală (Figurile 4.7 la 4.17 și figurile 5.1) la 5.20) arată că în cazul mulsului mecanic se obține viteza maximă de muls la frecvența pulsațiilor de 55-55,5 puls/min.

2. Cercetarea teoretică prin care s-au stabilit ecuațiile ce au fost introduse la calculator și s-au determinat coeficienții  $A_j$  pentru stabilirea polinozialelor care să reprezinte cât mai fidel procesul de muls, a fost corect efectuată.

3. Reprezentarea polinozialelor stabilite atestă corelația dintre rezultatele experimentale și rezultatele obținute prin calculul automat.

4. Toate reprezentările grafice experimentale și cele reiesite din funcțiile polinomiale arată că sînt funcții parabolice cu punctul de maxim la frecvența pulsațiilor de 55 - 56 puls/min.

5. Analiza reprezentărilor din figurile 5.10, ... , 5.20), permit stabilirea unei legi și anume: "Viteza maximă de muls, la mulsul mecanic al vecilor, se obține la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min, care este frecvența optimă în procesul de muls".

6. Determinarea vitezei maxime de muls arată că se obține pentru un domeniu destul de restrins al frecvenței pulsațiilor, care este cuprins între 54 și 56 puls/min. Abaterile răzlete de la aceste valori sînt justificate prin marea varietate de influențe ce contribuie la mulsul mecanic, influențe care nu toate pot fi stăpînite de către om.

7. Toate rezultatele obținute atestă influența frecvenței pulsațiilor asupra vitezei de muls a vacilor, deci și influența frecvenței pulsațiilor asupra factorilor fiziologici, fiziomotorii de cedare a laptelui și mecanici de extragere și preluare a cantității de lapte de către uşina de muls.

8. Realizarea vitezei de muls maxime la frecvența pulsațiilor de 55 puls/min aduce o reducere considerabilă a timpului necesar pentru muls, economie de energie electrică, economie de manșoane elastice, membrane pentru amplificatoarele de pulsații, palete pentru pompele de vacuum și economie de forță de muncă umană.

9. Satorită confortului care se creează pentru vaci, a îmbunătățirii fenomenului de funcționare a mașinii de muls, putem afirma din cele arătate în cap.2 și pe baza observațiilor din practică că se reduc cazurile de îmbolnăvire a vacilor de mamită, iar în fermele unde vacile au fost bolnave de mamită s-a obținut o ameliorare a acestora, creînd și prin aceasta avantaje economice considerabile.

10. Se impune ca o necesitate introducerea în toate fermele de vaci cu lapte a frecvenței pulsațiilor de 55 puls/min la mulsul mecanic.

#### 6. ASPECTE DE EFICIENȚĂ ECONOMICĂ PENTRU ÎMBOLNĂȘIREA MULSULUI REGIM DE FUNCȚIONARE OPTIM AL PULSAȚIILOR.

Existența unei corelații directe (pozitive) între viteza medie de muls și cantitatea de lapte obținută, implică o reconsiderare a necesității stabilirii unei frecvențe optime a pulsațiilor pornind de la considerente economice. În același timp ținînd cont și de reacția animalelor la cedarea laptelui în funcție de frecvența pulsațiilor, conduce la obținerea unor cantități sporite de lapte, sursă primordială de venituri în fermele de

vacii, modalitate de ridicare a productivității muncii mulgătorilor, de creștere a eficienței în zootehnie.

Pe lângă influența pe care o are asupra creșterii cantității specifice de lapte cedată de vaci prin scurtarea duratei mulsului (consecință directă a majorării vitezei de muls) se înregistrează și o importanță economică de timp. Timpul economisit prin funcționarea pulsatoarelor la frecvența optimă a pulsațiilor, poate fi folosit pentru desfășurarea altor activități.

Efectuarea mulsului la frecvența optimă a pulsațiilor, conduce la economisirea timpului, la economie de energie electrică, la economie de manșoane elastice, cât și o efectuare a mulsului într-o stare de confort a vacilor. În timpul mulsului, prin folosirea frecvenței optime, crește durata fazei de aspirație (fig. 4.5), circulația laptelui între mamelon și bidon sau conducta colectoare se face mai lent evitând pendularea laptelui pe șurtonul de lapte, pulverizarea laptelui se face cu o intensitate mai mică, sau este practic înlăturată ceea ce determină implicit diminuarea la minimum a fenomenului de spray, se evită bombardarea mamelonelor cu particule ale aerosolilor de lapte care conțin și agenți patogeni. Toate aceste fenomene înlăturate, determină la rândul lor păstrarea stării de sănătate a aparatului mamar al vacii prin evitarea îmbolnăvirii vacilor de mamită, boală ce determină scoaterea vacilor de lapte din sfera productivă. Prin înlăturarea acestor fenomene cu acțiune negativă se aduc economii considerabile sectorului bovin de vaci cu lapte din zootehnie.

Referitor la economia de timp, în cele ce urmează se reliefează un exemplu din care reies avantajele obținute prin stabilirea frecvenței optime a pulsatorului mecano-pneumatic la viteza de 55 puls/min comparativ cu frecvența de 60 puls/min de la loturile 1A și 2A.

Pentru ilustrarea economiei de timp s-a considerat o fermă de mărime medie care are un efectiv de 500 vaci în lactație, la care producția zilnică de lapte este cuprinsă între 3,4 și 16,6 dm<sup>3</sup> lapte/kg (tabelul 4.8 și 4.9).

Din tabelul 4.8 (lotul 1A) reiese că pentru mulsul celor 18 vaci cu pulsatoarele reglate la 60 puls/min a fost necesar timpul de 5185 s, iar când vacile s-au muls cu pulsatoarele reglate la frecvența de 55 puls/min, timpul a fost de 4390 s.



Din tabelul 4.9 (lotul 2A) prin efectuarea mulsului la cele 17 vaci cu mașinile de muls care au avut frecvența de 6) pula/min, timpul a fost de 6378 s, iar când s-au muls cu mașinile ce au avut pulsatoarele reglate la frecvența de 55 pula/min, timpul a fost de 5331 s.

Diferența de timp ce reiese din timpul necesar pentru mulsul vacilor din lotul 1A prin folosirea mașinilor de muls ce au funcționat la frecvența pulsațiilor de 6) pula/min și timpul necesar pentru mulsul vacilor din același lot prin folosirea mașinilor de muls cu pulsatoarele reglate la 55 pula/min este de 795 s/mulsoare în cazul lotului 1A cu cele 18 vaci și de 1047 s/mulsoare în cazul lotului 2A cu cele 17 vaci. Vacile cu această producție de lapte se mulg de două ori pe zi, deci rezultă că timpul economisit pe zi se va dubla.

Din cele arătate reiese că la o singură vacă, pentru o mulsoare, în cazul lotului cu producție mică de lapte (1A) se face în medie o economie de timp de 44 s/mulsoare, iar în cazul lotului cu producție medie de lapte (2A) se face o economie de timp de 62 s/mulsoare.

Pentru cele 500 vaci considerate, în cazul lotului 1A se face o economie de timp de 368 minute/mulsoare, sau de 736 minute/zi, iar în cazul lotului 2A se face o economie de timp de 513 minute/mulsoare, sau de 1026 minute/zi. Rezultatele acestui calcul pe fermă-an și pe întregul efectiv de vaci cu lapte la nivel național sînt prezentate în tabelul 6.1.

Același calcul a fost efectuat pentru a găsi economia de timp realizată pentru mașinile de muls prevăzute cu pulsator central mecanopneumatic de la instalația de muls cu transportul laptelui pe conductă cu platformă de muls tip "tandem" la cele trei loturi luate sub observație: lotul 1. cu 17 vaci, lotul 2. cu 21 vaci și lotul 3. cu 19 vaci.

Din tabelul 4.13 (lotul 1.) reiese că pentru mulsul celor 17 vaci cu mașinile de muls la care pulsatorul a fost reglat la 6) pula/min a fost necesar timpul de 6683 s/mulsoare, iar cînd s-a efectuat mulsul cu mașini de muls la care pulsatorul a fost reglat la frecvența de 55 pula/min, timpul a fost de 5166 s/mulsoare. Economia de timp la acest lot a fost de 1517 s/mulsoare.

Tabelul 6.1.

Economia de timp care se poate realiza la mulsul mecanic la o fermă cu 500 vaci de lapte, respectiv pe întreaga țară, utilizând pulsatoarele reglate la 55 pulsa/min, comparativ cu cele reglate la 60 pulsa/min, la instalația IAS-3, prevăzută cu pulsator central mecanopneumatic, calculată după datele experimentale obținute la loturile 1A și 2A.

Specificare	Economia de timp echivalentă pentru:	
	Vaci cu producții corespunzătoare lotului 1A	Vaci cu producții corespunzătoare lotului 2A
Pe mulsocare	6 h, 13 min	8 h, 33 min
Pe zi	12 h, 26 min	17 h, 06 min
Pe săptămână	87 h, 02 min	139 h, 42 min
Pe luni	375 h	513 h
Pe an	4562 h = 1,5 milioane	6241 h = 2 milioane
Pe întreaga țară/en:		
-IAS = 300000 vaci	3549236 h = 354924 d = 1059 milioane	4855498 h = 485550 d = 1449 milioane
-CAP = 1227000 vaci	11195148 h = 1119514 d = 3341 milioane	15315414 h = 1531514 d = 4571 milioane
Total (IAS + CAP)/ an	14744384 h = 1474438 d = 4400 milioane	20170912 h = 2017091 d = 6020 milioane

Anuarul statistic al ROM, 1965.

În tabelul 4.14 (lotul 2A) pentru mulsul celor 21 vaci cu mașinile de muls la care pulsatorul a fost reglat la 60 pulsa/min a fost necesar timpul de 8267 s/mulsocare, iar când s-a muls cu mașinile de muls cu pulsatorul reglat la frecvența de 55 pulsa/min, timpul a fost de 7431 s/mulsocare. Economia de timp obținută la acest lot este de 829 s/mulsocare.

În tabelul 4.15 (lotul 3A) pentru mulsul celor 19 vaci cu mașinile de muls prevăzute cu pulsator central reglat la 60 pulsa/min, a fost necesar timpul de 8567 s/mulsocare, iar când s-au muls vacile cu mașini de muls cu pulsatorul reglat la frecvența de 55 pulsa/min timpul a fost de 6639 s/mulsocare. Economia de timp realizată la acest lot a fost de 1928 s/mulsocare.

Economia de timp pe vaci mulsă este de: 89 s/mulsocare pentru o vacă din lotul 1A, 39 s/mulsocare pentru o vacă din lotul 2A

Tabelul 6.2.

Economia de timp care se poate realiza la mulsul mecanic la o fermă cu 500 vaci de lapte, respectiv pe întreaga țară, utilizând pulsatoarele reglate la 55 puls/min, comparativ cu cele reglate la 60 puls/min, la instalația de muls la conductă, de tip "Tandem", prevăzută cu pulsator central, calculată după datele experimentale obținute la loturile 10, 20 și 30.

Specificare	Economia de timp echivalentă pentru:			
	Vaci cu producții corespunzătoare lotului 10	Vaci cu producții corespunzătoare lotului 20	Vaci cu producții corespunzătoare lotului 30	Economia medie corespunzătoare loturilor 10, 20, 30
Pe mulsoare	12,36 h	5,41 h	14,16 h	10,65 h
Pe zi	44,73 h	19,83 h	28,33 h	21,30 h
Pe săptămână	174,13 h	75,83 h	198,33 h	149,10 h
Pe lună	742 h	325 h	850 h	639 h
Pe an	8904 h	3900 h	10200 h	7668 h
<b>Pe întreaga țară/an:</b>				
-IAS = 380000 vaci	684000 h = 684000 d = 2041 muncitori	300200 h = 300200 d = 896 muncitori	785960 h = 785960 d = 2346 muncitori	585200 h = 585200 d = 1746 muncitori
-CAP = 1227000 vaci	2208600 h = 2208600 d = 6592 muncitori	969300 h = 969300 d = 2893 muncitori	2537400 h = 2537400 d = 7574 muncitori	1889580 h = 1889580 d = 5640 muncitori
<b>Total (IAS + CAP)/an</b>	2892600 h = 2892600 d = 8633 muncitori	1269500 h = 1269500 d = 3789 muncitori	3323360 h = 3323360 d = 9920 muncitori	2474780 h = 2474780 d = 7386 muncitori

Anuarul statistic al țării, 1965.

și 102 s/mulsoare în cazul lotului 30.

Efectuând calculele pentru ferma ipotetică considerată de 500 vaci cu lapte, la lotul 10 prin folosirea mașinilor cu pulsatorul reglat la 55 puls/min în loc de 60 puls/min se face o economie de timp de 742 minute/mulsoare, în cazul lotului 20 se face o economie de timp de 325 minute/mulsoare, iar în cazul lotului 30 se face o economie de timp de 850 minute/mulsoare. Rezultatele acestui calcul pe fermă, an și pe întregul efectiv de vaci cu lapte la nivel național sînt prezentate în tabelul 6.2.

Din analiza tabelului 6.2 se observă că la producții mici

de lapte și la producții mari, se obține diferența cea mai mare. Existența acestei diferențe mari de timp se explică prin variabilitatea mare la muls a acestor categorii de vaci. La lotul cu producții medii, diferențele sînt mai mici, reprezentînd 41,66 față de lotul 10 și 35,71 față de lotul 30.

Comparînd tabelul 6.1 cu 6.2 se observă că la instalația de muls la platformă se obțin rezultate cu mult mai bune în ceea ce privește economisirea timpului, comparativ cu instalația de muls la bidon. Rezultatele mai bune se datoresc organizării superioare a lucrului, atenția mai mare a operatorului în timpul lucrului. Cele constatate ne determină să scoatem în evidență superioritatea instalației de muls la platformă, din punctul de vedere al economisirii timpului la mulsul mecanic.

Rezultatele prezentate în tabelele 6.1 și 6.2, constituie un argument serios în sprijinul reglării pulsaatoarelor mașinilor de muls la frecvența optimă a pulsațiilor de 55 puls/min, frecvență impusă de determinările experimentale efectuate și de rezultatele determinărilor și prelucrărilor statistico-matematice, în loc de frecvența indicată în prezent la 60<sup>±</sup>3 pulsații/minut.

## 7. CONCLUZII GENERALE.

### 7.1. CONCLUZII PRINCIPALE.

1.- Elaborarea și aplicarea unor metode de optimizare a instalațiilor de muls presupune așezarea proceselor funcționale ale acestora pe baze teoretice bine stabilite prin reunirea cunoștințelor corespunzătoare din matematică, fizică, mecanica fluidelor și folosirea lor în scopul perfecționării utilajelor, a reducerii cheltuielilor și a îmbunătățirii rezultatelor în producție.

2.- La instalațiile de muls, ținând cont de particularitățile funcționale și fiziologice, de variabilitatea mare a parametrilor cu influență, este necesar utilizarea aparatului de lucru matematic și statistic a datelor, a rezultatelor experimentale, modelarea matematică a proceselor și fenomenelor teoretice și experimentale.

3.- Modelarea proceselor fiziologice și funcționale ale sistemului complex oa-măcină-animat în desfășurarea operațiilor de muls este dificilă, dată fiind dificultatea de calcul, de stabilire a unor valori unice cu grad larg de aplicabilitate.

4.- Cercetarea experimentală efectuată arată că viteza de muls este dependentă de frecvența pulsațiilor (figurile 4.7 la 4.17) și că la mulsul mecanic al vacilor se obține viteza maximă de muls la frecvența pulsațiilor de 55-56 pulsații/minut.

5.- Prin folosirea pulsatorului hidropneumatic, din determinările experimentale rezultă viteza maximă de muls corespunzătoare frecvenței pulsațiilor de 55 pulsații/minut. Numai la lotul 1, cu producții mici de lapte, există o tendință de creștere ușor semnificativă a vitezei medii de muls, după valcarea frecvenței de 6) pulsații/minut, fără a depăși însă valcarea pericolului maxim la vacile cu producții medii și mari de lapte această creștere nu mai apare, însă la celelalte experiențe nu mai apare nici la vacile cu producții mici de lapte, lucru confirmat și de calculul statistic automat efectuat pe calculator.

6.- În toate cazurile luate în studiu, din tabelele 4.5, ... , 4.9, la media vitezei de muls se constată un minim pentru frecvența pulsațiilor de 45 pulsații/minut, urmînd o creștere în

ordine la 50 pulsații/minut, până la 55 pulsații/minut, apoi o scădere la 60 pulsații/minut.

7.- Asemănările curbelor determinărilor experimentale efectuate, cit și indicațiile calculului statistic primare, au condus la concluzia existenței unui interval restrâns de studiere a frecvenței pulsațiilor cuprinse între 50 și 60 pulsații/minut.

8.- Analiza primară a rezultatelor obținute pentru mașinile de muls care au funcționat cu pulsație hidropneumatică, reglate la frecvența pulsațiilor între 50 și 60 pulsații/minut, cu rația doi, conduce la concluzia existenței unui maxim al vitezei de muls pentru frecvența pulsațiilor pentru 56 pulsații/minut; cea mai mică viteză de muls a fost la 60 și respectiv 50 pulsații/minut, apoi crește la 52, 58 și 54, cu maximum la 56 pulsații/minut.

9.- Analiza graficelor 4.13, 4.14 și 4.15 scoate în evidență asemănarea perfectă a curbelor ce reprezintă variația vitezei de muls. La cele trei loturi 10, 20 și 30 cea mai mică viteză de muls s-a obținut la frecvența pulsațiilor de 50 pulsații/minut, apoi cu o ușoară creștere pentru frecvența pulsațiilor de 58 și 53 pulsații/minut. Viteza de muls a atins maximum la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut, frecvență pe care o considerăm optimă în procesul de muls mecanic al vacilor.

10.- Din cele arătate reiese că prin folosirea la modificarea frecvenței a rației cinci s-a obținut valoarea maximă a vitezei de muls la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut, iar la folosirea rației doi s-a obținut viteza maximă de muls la frecvența pulsațiilor de 56 pulsații/minut. Putem afirma că frecvența pulsațiilor de 55-56 pulsații/minut este frecvența optimă, frecvență care să fie folosită la mulsul mecanic al vacilor.

11.- Depășirea frecvenței optime a pulsațiilor în plus sau în minus aduce prejudicii considerabile în ceea ce privește mărirea timpului de muls și înrăutățirea procesului de muls.

12.- Analiza observațiilor experimentale, a dependenței vitezei de muls ce funcție de frecvența pulsațiilor și stabilirea unor relații matematice, considerăm efectuarea unui pas important în elaborarea unor modele care să redea și să stabilească valorile cit mai reale în raport cu practica.

13.- Stabilirea legilor fizice de modelare a procesului de lucru, a formulelor de calcul deduse pe cale teoretică și verificate experimental, nu sînt suficiente pentru a aduce contribuții eficiente la perfecționarea instalațiilor de muls sub toate aspectele, ci se impune implementarea factorului de proiectare, construcție și de exploatare a instalațiilor de muls.

14.- Se impune corelarea rezultatelor obținute cu aspecte de eficiență economică, de reducere a cheltuielilor materiale, pentru diminuarea consumurilor de energie și de materiale, atât în proiectarea constructivă a instalațiilor de muls, cît și în stabilirea regimurilor funcționale prin aplicarea criteriilor complexe de optimizare, a metodelor matematice moderne de programare liniară care permit utilizarea în calcule a unui număr mare de variabile în condițiile păstrării unei "puteri" de influență egal distribuită pe variabile.

15.- Analiza rezultatelor obținute prin calculul statistic, folosind testul " $t_0$ " (tabelul 4.10), scoate în evidență că în cazul frecvențelor de 5) și 6) pulsații/minut, diferențele foarte semnificative reprezintă 66,66 , iar diferențele distinct semnificative reprezintă 33,33 . Se desprinde concluzia că frecvența pulsațiilor de 5) pulsații/minut, cît și frecvența de 6) pulsații/minut (ultima indicată și folosită la reglarea pulsațiilor de usina constructoare), nu pot fi acceptate la funcționarea mașinilor de muls.

16.- Analiza calculului statistic efectuat arată că la folosirea mașinilor de muls cu pulsator mecanopneumatic între viteza de muls obținută la frecvența optimă și vitezele de muls obținute la celelalte frecvențe, s-au obținut diferențe foarte semnificative în proporție de 5) %, diferențe distinct semnificative în proporție de 16,66 % și diferențe semnificative în proporție de 25 % . Făcînd comparația între viteza de muls obținută la frecvența optimă de 55 pulsații/minut și vitezele de muls obținute la frecvențele extreme luate în studiu se constată: - cu frecvența de 5) pulsații/minut s-au obținut diferențe foarte semnificative în proporție de 100 %; - cu frecvența de 6) pulsații/minut s-au obținut diferențe <sup>foarte</sup> semnificative în proporție de 66,66 % și diferențe distinct semnificative în proporție de 33,33 % . Comparînd viteza de muls obținută la frec-

vența optimă de 55 pulsații/minut cu viteza de muls obținută la frecvența de 53 pulsații/minut se constată aceleași valori ale diferențelor ca în cazul comparației cu frecvența de 60 pulsații/minut.

17.- Frecvențele pulsațiilor recomandate actual de literatură, adică frecvența pulsațiilor de 50 pulsații/minut și frecvența de 60 pulsații/minut stabilită prin proiectare și construcție de uzină, nu pot fi acceptate în funcționarea mașinilor de muls vaci: tabelul 4.19 indică la frecvența pulsațiilor de 50 pulsații/minut existența diferențelor foarte semnificative în proporție de 100 %, iar la frecvența de 60 pulsații/minut diferențele foarte semnificative reprezintă 66,66 %, iar restul de 33,34 % reprezintă diferențe distinct semnificative, față de frecvența considerată optimă, egală cu 55 pulsații/minut.

18.- Folosirea mașinilor de muls care vor funcționa cu frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut vor realiza viteze de muls superioare, reducând timpul pe vacă mulsă și vor influența în bine starea de sănătate a animalelor.

19.- Datele statistice procentuale pe întregul domeniu de frecvențe luate în studiu, la toate experiențele, arată că aproximativ 80 % din rezultatele calculului statistic indică diferențe semnificative, distinct semnificative și foarte semnificative și deci folosirea frecvenței pulsațiilor de 55-60 pulsații/minut.

20.- Există în totalitate diferențe între vitezele medii de muls obținute la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut și vitezele medii de muls la celelalte frecvențe considerate, de la diferențe semnificative la diferențe foarte semnificative.

21.- Determinările experimentale și calculul statistic efectuat au scos în evidență că mașinile de muls prevăzute cu pulcătoare hidropneumatice sau mecanopneumatice, reglate la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut, realizează viteza de muls cea mai mare, respectiv timpul cel mai mic, competitiv cu cele aflate în exploatare și reglate la frecvența pulsațiilor de 60 pulsații/minut.



22.- Reprezentarea grafică a datelor primare a scos în evidență pentru toate cazurile că s-a obținut viteza maximă de muls la mașinile care au funcționat cu frecvența pulsațiilor de 55 - 56 pulsații/minut.

23.- Calculul statistic efectuat (tabelele 4.16-4.19), folosind testul " $t_0$ " pentru diferite nivele de semnificație de:  $\alpha = 0,05$ ;  $\alpha = 0,01$  și  $\alpha = 0,001$  a scos în evidență că există diferențe semnificative, distinct semnificative și foarte semnificative între viteza de muls realizată cu mașini de muls prevăzute cu pulsatoare reglate la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut și viteza de muls realizată la alte frecvențe superioare sau inferioare acestora.

24.- Utilizarea metodelor matematice moderne implică un volum mare de calcule, care nu poate fi acoperit decât cu ajutorul calculatoarelor electronice cu viteză mare de operare, știind în ceea ce privește conducerea automată în sistem deschis cu compilarea tuturor operațiilor efectuate, cât și facilitarea calculelor prin scutirea timpului de operare, concomitent cu mărirea preciziei.

25.- Reducțiile teoretice, dublate în mare parte de determinări experimentale au dovedit existența unor valori optime, unice, ale parametrilor de lucru pentru un anumit tip de mașină și instalație de muls.

26.- Calculul statistic automat efectuat pe calculatorul "personal" de tip "ALGOL", cu programele "ALGOL 01" și "ALGOL 02", în limbaj ALGOL, care a permis determinarea coeficienților  $A_j$  și abaterea  $\sigma$ , pentru stabilirea funcționalelor în vederea modelării procesului de muls mecanic, a scos în evidență veridicitatea datelor primare, existind o diferență nesemnificativă între rezultatele obținute prin calcul statistic automat și datele primare, respectiv calculul statistic primar.

27.- Cercetarea teoretică și contribuțiile prin care s-au stabilit ecuațiile ce au fost introduse la calculator și s-au determinat coeficienții  $A_j$  pentru stabilirea polinomialelor, care să reprezinte cât mai fidel procesul de muls al vacilor, a fost corect efectuată.

28.- Reprezentanțele polinomialelor stabilite atestă corelația dintre rezultatele experimentale și rezultatele obținute

prin calcul automat (figurile 5.1 la 5.2).

29.- Analiza reprezentărilor din figurile 5.1.,...., 5.2), permit stabilirea unei legi în procesul de muls și anume: "Viteza maximă de muls la mulsul mecanic al vacilor se obține la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut, care este și frecvența optimă în procesul de muls al vacilor".

3.- Toate reprezentările grafice experimentale și cele rezultate din reprezentările funcțiilor polinomiale arată că sînt funcții parabolice cu punctul de maxim al vitezei de muls la frecvența pulsațiilor de 55, maxim 56 pulsații/minut.

31.- Din funcțiile polinomiale prezentate în tabelele 5.1, ..., 5.6, reiese că pe intervalul analizat, funcțiile optime care descriu procesul sînt de regulă funcții parabolice convexe, ceea ce arată existența unui punct de maxim a vitezei medii de muls la frecvența pulsațiilor de 55 ± 1 pulsații/minut.

32.- e constată o grupare a valorilor de maxim spre 55 pulsații/minut la folosirea mașinilor cu pulsatoare hidropneumatice și de 55-55,5 pulsații/minut la folosirea mașinilor cu pulsatoare mecanopneumatice.

33.- La analiza variației vitezei de muls medii pe intervalul de valori ale frecvenței pulsațiilor cuprinse între 50 și 60 pulsații/minut, se constată pe ansamblu o scădere a vitezei de muls maxime de la valorile frecvenței de 55-56 pulsații/minut, care reprezintă maximumul statistic-matematic al vitezei de muls rezultat din prelucrarea diferențială a curbelor obținute, la vitezele minime corespunzătoare frecvențelor de 50 și respectiv 60 pulsații/minut.

34.- viteza de muls calculată statistic-matematic în funcție de numărul de pulsații, parcurge o evoluție de tip parabolic, înregistrînd un maxim în cazul folosirii pulsatorului hidropneumatic și mecanopneumatic la 55-56 pulsații/minut, corespunzător producțiilor de lapte existente la vacile din ferme, analizate în cadrul acestei teze de doctorat.

35.- Mulsul mecanic efectuat cu mașini de muls prevăzute cu pulsatoare reglate la frecvența de 55 pulsații/minut, pe lângă faptul că mărește viteza de muls, îmbunătățește și procesul fiziologic de cedare a laptelui, înalță stresul vacilor și îmbolnăvirea lor de mamită, obținîndu-se o producție

mai mare de lapte cu un efort mai mic.

36.- Îmbunătățirea procesului de cedare a laptelui pe toată perioada de muls, reduce mulsul suplimentar care necesită intervenția suplimentară a murgătorului la fiecare vacă.

37.- Toate rezultatele obținute atestă influența frecvenței pulsațiilor asupra vitezei de muls a vacilor, deci și influența frecvenței pulsațiilor asupra factorilor fiziologici, fizionomotori de cedare a laptelui și mecanici de extragere și preluare a cantității de lapte de către mașina de muls.

38.- Mărită confortului care se creează pentru vaci la mulsul cu frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut, a îmbunătățirii fenomenului de funcționare a mașinii de muls, putem afirma din cele arătate în capitolul 2 și pe baza observațiilor din practică că se reduc cazurile de îmbolnăvire a vacilor de mamită, iar în fermele unde vacile au fost bolnave de mamită s-a obținut o ameliorare a acestora, creștând și prin aceasta avantaje economice considerabile.

39.- Realizarea vitezei de muls maxime la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut aduce o reducere considerabilă a timpului necesar pentru muls, economie de manșoane elastice, membrane și supape pentru amplificatoarele de pulsații, palete pentru pompele de vacuum, economie de energie electrică, lubrificații cu un coeficient de siguranță de cel puțin 1,1, precum și economie de forță de muncă umană.

40.- Reprezentările grafice, tabelele măsurătorilor și tabelele 6.1 și 6.2, arată că prin folosirea frecvenței pulsațiilor de 55 pulsații/minut se micșorează timpul necesar operației de muls, economia de timp la nivelul unei ferme medii de 500 vaci cu lapte fiind egală cu activitatea a 1,24-1,7 muncitori, în medie 1,5 muncitori anual pentru instalațiile de muls la bidon și de 1,16-2,35 muncitori, în medie 2 muncitori anual pentru instalația de muls la conductă cu platformă tip "Tandem".

41.- Timpul economisit la mulsarea unei vaci, la instalațiile de muls la bidon L&B-3 prin folosirea mașinilor de muls cu pulsatorul reglat la frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut, comparativ cu folosirea frecvenței pulsațiilor de 60 pulsații/minut a fost în medie de 54 s, iar la instalația de muls cu transportul laptelui pe conductă cu platformă de tip "Tandem" a

fost în medie de 77 secunde.

42.- Economia de timp în cazul folosirii mulsului cu frecvența pulsațiilor de 55 pulsații/minut față de frecvența de 60 pulsații/minut este în funcție de tipul instalației de muls folosită și de gradul de organizare a procesului de muls. Rezultatele mai bune la instalația de muls la platformă se datoresc organizării superioare a lucrului și a posibilității mai mari pentru executarea fazelor operațiilor de muls.

43.- Numai rezultatele calculului prezentate în tabelele 6.1 și 6.2 constituie un argument serios în sprijinul reglării pulsațiilor mașinilor de muls la frecvența optimă de 55 pulsații/minut, frecvență impusă de determinările experimentale și de rezultatele prelucrărilor statistico-matematice și renunțarea la frecvența folosită actual de 60±3 pulsații/minut.

44.- Se impune ca o necesitate introducerea la mulsul mecanic în toate fermele de vaci cu lapte, precum și în procesul de fabricație a pulsațiilor instalațiilor de muls a frecvenței pulsațiilor de 55 pulsații/minut în scopul obținerii avantajelor economice enumerate și a avantajelor biologice privind îmbunătățirea stării de sănătate a vacilor.

## 7.2. CONTRIBUȚII PERSONALE:

1.- S-a întocmit o schemă generală cu toate elementele care influențează și poate ajuta la optimizarea instalațiilor de muls în procesul de proiectare, construcție și de exploatare a instalațiilor de muls vaci.

2.- S-au stabilit pentru prima dată relațiile care exprimă dependența vitezei de muls de parametrii instalației (relațiile 3.2 la 3.9) care constituie baza de pornire a calculului matematic. Relațiile stabilite constituie un început în ceea ce privește cercetarea fundamentală pentru determinarea funcțiilor  $\beta_1$  și  $\Delta_1$ , ca funcții de frecvența pulsațiilor, depresiunea din rețea și alți factori care influențează viteza de muls.

3.- S-au stabilit pentru prima dată relațiile (3.26 la 3.33) care contribuie la determinarea vitezei de muls în funcție de frecvența pulsațiilor și de depresiunea din rețea și contribuie la determinarea coordonatelor punctului optim  $(f_{10}, h_{p0})$ .

Aceste relații deschid drum cercetărilor fundamentale și experimentale de a stabili coeficienții de care depinde viteza de muls.

4.- S-a stabilit domeniul de cercetare a frecvenței pulsațiilor, care este cuprins între 50 și 60 pulsații/minut.

5.- S-a stabilit frecvența optimă a pulsațiilor la mulsul vacilor la valoarea de 55-55,5 pulsații/minut, cu limite foarte bine determinate.

6.- S-a stabilit legea de influență a frecvenței pulsațiilor și valoarea optimă a acesteia: "frecvența pulsațiilor influențează viteza de muls; frecvența optimă a pulsațiilor la mulsul mecanic al vacilor este de 55 - 55,5 pulsații/minut.

7.- S-au stabilit funcțiile polinomiale care redau variația vitezei de muls în funcție de frecvența pulsațiilor.

8.- Pentru determinarea vitezei maxime de muls s-a stabilit un nou domeniu al frecvenței pulsațiilor, destul de restrins, care este cuprins între 54,5 și 56,5 pulsații/minut, cu media de 55,5 pulsații/minut, cu abateri de  $\pm 1$  pulsație/minut. Prin aceasta se combat abaterile folosite în prezent de  $\pm 3$  pulsații/minut de la frecvența folosită în exploatare de 60 pulsații/minut și se stabilește frecvența optimă de 55,5 pulsații/minut.

9.- S-a stabilit timpul economisit prin folosirea frecvenței pulsațiilor de 55 pulsații/minut în loc de 60 pulsații/minut, echivalent cu 54 a/vacă mulsă cu instalația de muls la bidon IM-3 și de 77 a/vacă mulsă la instalația de muls la platformă de tip "Tandem".

### 7.3. MODERNIZAREA MILCULUI DE VACI

1.- În scopul menținerii frecvenței constante a pulsațiilor se impune modernizarea tuturor instalațiilor de muls prin introducerea pulsatorului central mecanopneumatic care să fie reglat la frecvența strictă a pulsațiilor de 55 pulsații/minut.

2.- Se impune ca o necesitate introducerea în procesul de proiectare, de construcție și de exploatare la mulsul mecanic din toate fermele de vaci cu lapte a frecvenței pulsațiilor de 55 pulsații/minut pentru obținerea avantajelor economice enunțate.

8. BIBLIOGRAFIE.

1. Ceaușescu, N. - Cuvîntare la plenara lărgită a CC a PCR din 1-2 iunie 1982., Ed. politică, 1982.
2. Ceaușescu, N. - Report la cel de al XIII Congres al Partidului Comunist Român., Ed. politică, București, 1984.
3. Ceaușescu, N. - Cuvîntare la Congresul al III-lea al consiliilor de conducere ale unităților agricole socialiste, al întregii țărâni, al consiliilor oamenilor muncii din industria alimentară, silvicultură și gospodărirea apelor., Ed. politică, București, 1986.
4. x x x - Programul directiv de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și de introducere a progresului tehnic în perioada 1981-1990 și direcțiile principale pînă în anul 2000., Ed. politică, București, 1979.
5. x x x - Rezoluția Congresului al XIII-lea al PCR., Ed. politică, București, 1984.
6. Ceaușescu, Elena - Cuvîntare la încheierea lucrărilor Congresului Științei și Învățămîntului., Ed. politică, București, 1985.
7. Anton, Viorica, Popoviciu, M., Pitere, I. - Hidraulică și mașini hidraulice., Ed. didactică și pedagogică, București, 1978.
8. Averhanser, H., Zah, H. - Arbeitsbedarf bei der Bullenzucht und Milchviehhaltung., Landtechnik, 34, nr.7-8, 1979.
9. Baron, E. - Modernizarea instalației de muls la bidon MB-2., Mecanizarea agriculturii, nr.11, 1983, București.
10. Baron, E. - Calitatea și fiabilitatea produselor., Ed. didactică și pedagogică., București, 1978.
11. Baron, E. - Metode statistice pentru analiză și controlul calității producției., Ed. didactică și pedagogică, București, 1979.
12. Basarov, K.K. - Avtomatizatskoe regulirovanie proteza doenia korov., Mehanizatsia i elektrifikatsia soțialist. sel. hoz., SSSR, nr.11, 1969.

13. Jandugan, Gh. - *Rezistența materialelor.*, Ed. tehnică., București, 1970.
14. Betin, S. - *Puti rasvita konstrukcii doilnogo obrudovanis.*, Tehnika v sel'skom hoziaiatve., USSR, vol.28, nr.6, 1968.
15. Căprioiu, M. - *Curs de mașini și instalații zootehnice.*, Lito I. "Traian Vuia" Timișoara, 1970.
16. Căprioiu, M. și colab. - *Mașini și instalații zootehnice.*, Ed. didactică și pedagogică., București, 1982 p.301-349.
17. Căprioiu, St. - *Études sur l'optimisation du processus de fonctionnement des appareils des installations pour traire les vaches.*, Lucrările simpozionului "Perfecționarea construcției mașinilor agricole, a tractoarelor și a tehnologiilor de exploatare și reparare a acestora, Timișoara, 1984.
18. Căprioiu, St. - *Studii privind optimizarea procesului de lucru al aparatelor instalațiilor de muls vaci.*, Reuniunea de comunicări științifice, A.S.A., secția Mecanizarea Agriculturii, 1986.
19. Ciomocoy, P. - *Teoria elasticității în probleme și aplicații.*, Ed. Facla, Timișoara, 1964.
20. Bancea, I. - *Metode de optimizare.*, Ed. Secia, Cluj-Napoca, 1976.
21. Davidovici, I. - *Modelarea problemelor decizionale în sistemul agricol de producție.*, Ed. Ceres, București, 1982.
22. Dietrich, K. - *Lehrbuch, VEB Deutscher, Landwirtschaftsverlag, 1964.*
23. Donald, Mc S.S. - *Vacuum fluctation at the teat end during mechanical milking.*, Journal of Dairy Science, USA, vol.51, nr.4, 1968.
24. Dragomirescu, I. - *Instalația de muls la platformă "tandes".*, Revista de creșterea animalelor, nr.9, București, 1979.
25. Du. Le. J. - *Variation de la stabilite du vide avec la*

- capacité de la pompe et le volume intérieur d'une installation de traite mécanique., *Annales de Zootechnie.*, vol.26, nr.2, 1977, p.139-148.
26. Du, Le. J. - La machine à traire: incidence des facteurs associés au fonctionnement du manchon., *Annales de médecine vétérinaire.*, 121, nr.5, 1977, p.309-321.
27. Ermolaev, M.I. - Pionirovanie vakuuma v cisternu soska., *Mehanizația i elektrifiția socialist. sel.hoz.*, nr.5, 1978, p.26-27.
28. Penenko, I.A. - Naționalizarea izpolizovanie delnogo oborudovani., *Mehanizația i elektrifiția socialist. sel.hoz.*, nr.5, 1978, p.29-31.
29. Prosshold, E. - Ergebnisse von untersuchungen sur wirkung des druckluftstimulationsverfahrens sowie verschiedener mechanischer und thermischer unterreizungen., *Mezinárodní konference o strojném dojení, sborník referátů, Brno, 1973.*
30. Galsov, K.,  
Palickin, B. - Kak regulirovat' natiajenie soskovoï rejini v doilnon stekanc., *Volocinnoe i mjeanoe skotovodstvo.*, nr.12, 1964.
31. Galin, I. - Dimensionierungsgesichtspunkte und Erprobungsergebnisse zum Unterdrucksystem der Melkstände in Fischgrätenform M871-M880., *Agrotechnik*, nr.2, 1980, p.59-60.
32. Gelstein, E.Z. - Utocinerii rascet proizvoditelnosti doilnih ustanovok., *Mehanizația i elektrifiția socialist.sel. hoz.*, nr.10, 1973, p.19-21.
33. Gross, K.,  
Mister, Gh. - Incrări practice la genetică și erodopatologie animală., *Lito IAT*, 1981.
34. Guscin, V. - O stabilizații vakuumnogo rejima., *Volocinnoe i mjeanoe skotovodstvo.*, nr.3, 1978.
35. Hauptman, J. - Vhodnost pouziti ustrednich pulsatoru u dojenje automatu v krevinek., *Zemdelaska Tehnika, GSSR*, vol.14, nr.2, 1968.



36. Hojaev, I.A., - Ocenka kachestva doilnih ustanovok., Mehanizacija i elektrifikacija soĭialist.sel. hoz., nr.6, 1979, p.27-28.  
Lukaŝenok, S.R.
37. Kupfauer, K. - Reglarea puluŝtiilor la dispozitivele de muls., Mecanizarea Agriculturii, nr.22, 1967. (din Landtechnik, 22, nr.11,1967, p.357-361.
38. Ionescu, C. - Dicționar statistic-economic., cap.1, Teoria statisticii, Direcția centrală de statistică, București, 1969.
39. Ionescu, D.Gh. - Teoria diferențială a curbelor și suprafețelor cu aplicații tehnice., Editura Lecia, Cluj-apoca, 1984.
40. Ioanimescu, M. - Mică enciclopedie de statistică., Ed. științifică și enciclopedică., București, 1985.
41. Ivanenko, P.V. - Sravnitelnic isledovanie rubotni duhtak-tnogo i trektaktnogo doilnih aparatov. Mehanizacija i elektrifikacija soĭialist. sel.hoz., nr.5, 1973, p.24-25.  
Bedrik, A.V.
42. Jilov, I. - "Temp" doilni aparat nizkogo vakuum., Moleculina i mjaznosa skotovođstvo., nr.12, 1964.
43. Jilov, I. - Optimalizacija elasticnosti rezini dlea doilnih stakanov., Tehnika v melakem hoz.iaistve, 22, nr.3, 1964.
44. Jurčo, V. - Vplyv techniky dožania na produkciu a ejakcie vlika., Mezinárodní konference o strojném dožení., Sborník referátů., Brno,1973.
45. Kapustin, V.I. - Inženernii rasčet transportnih molekoprovedov., Mehanizacija i elektrifikacija soĭialist. sel. hoz., nr.5, 1979.  
Galaev, K.K.
46. Kerimov, V.M. - Raschod vozduha v doilnosa aparate., Mehanizacija i elektrifikacija soĭialist.sel.hoz., nr.5, 1973, p.25-27.
47. Kokerina, L.F. - Vlianie razlicnyh ritmov rasdraženia dolei viveni v processe mađinogo deđnija na notornuju u sekretornuju deiatel'nost' molekuloj železi., Mezinárodní konference

- o strojnim dojenj., .bornik referatů.,  
Brno, 1973.
48. Korolev, V.V. - Doilnĕ mašini., Izdatelstvo "Mašinstro-  
enie", Moskva 1969.
49. Korolev, V.V. - Popitki uĝovergenatvovanja doilnih mašini.,  
Mehanizaĭia i elektrifikaĭia soĭialist. sel.  
hoz., nr.8, 1972.
50. Kosa, Ia.Iu. - Perspektiva zaverĝenia avtomatizacii proĝe-  
sa doenia., Mehanizaĭia i elektrifikaĭia  
soĭialist.sel.hoz., nr.11, 1981, p.22-24.
51. Krasnov, A.I. - Ispolizovanie isbitocinogo davlenia v do-  
ilnih apparatah., Mehanizaĭia i elektrifi-  
kaĭia soĭialist.sel.hoz., nr.8, 1972.
52. Kregaĝkov, S.I. - Proizvoditelnosti doilnih ustanovok  
"Karuseli"., Mehanizaĭia i elektrifikaĭia  
soĭialist. sel. hoz., nr.10, 1973, p.21-23.
53. Marin, Gh. - Tehnica viadului ŝi aplicaĭiile ei in in-  
dustria., Ed. Tehnică, Bucureŝti, 1983.
54. Mein, A.G. - Moderne Entwicklungstendensen hinsichtlich  
Konstruktion und Leistung von Melkmaschinen.,  
Agrartechnik, nr.2, 1980, p.51-53.
55. Melnikov, S.V. - Mehanizaĭia jivotnovodcestih ferm., Kolos,  
ŝi celab.  
Moskva, 1969.
56. Melnikov, S.V. - Mehanizaĭia i avtomatizaĭia jivotnovodces-  
kih ferm., Leningrad "Kolos", Leningrad-  
skoe otdelenie, 1978, p. 450-538.
57. Metzner, H. - Seeh Paris-der LMA wegen., Landtechnik,  
24, nr.5, 1979.
58. Milde, K. - Melkzeug UM 95 mit erhöhntem Gebrauchswert.,  
Agrartechnik, nr.2, 1980, p.60-61.
59. Mihăilă, S.  
Popescu, D. - Matematici speciale aplicate in economie.,  
Ed. Didactică ŝi edagogică, Bucureŝti, 1978.
60. Misirov, A.A. - Sovmestnaja rabota vauumnih nasosov doilnih  
ustanovok., Mehanizaĭia i elektrifikaĭia  
soĭialist. sel. hoz., nr.5, 1973, p.23-24.
61. Mitroi, A. - Automatizarea instalaĭiilor de cula., Bu-  
letin informativ pentru cadrele de conda-  
cere., nr.1, Bucureŝti, 1979.

62. Mitroi, A - Noi direcții de perfecționare a construcției și a utilizării instalațiilor de muls. Bazele mulsului mecanic, în condițiile lucrării în considerare a fenomenelor reale care au loc în aparatul de muls., Buletin informativ pentru cadrele de conducere., nr.11-12, București, 1979.
63. Mjeliski, I.S. - Vakuummilchsaugmaschinenbau., Maschinenbau, Moskau, 1974.
64. Mirtumjan, S.V. - Dženka nadejnosti doilnib mašin., Mehanizacija i elektrifikacija sojalist. sel. hoz., 1968, 26, nr.3, 1968.
65. Mirtumjan, S.V. - Nadejnosti tehniko-biologičeskoj sistemi "čelovek-doilnaja mašina-korova"., Mehinerojni konferencije o strojain dojenj., Stenok referatn., Brno, 1973.
66. Oehring, I. și colab. - Îndeplinesc instalațiile de muls toate cerințele moderne., Mecanizarea Agriculturii., nr.22, 1967, din Landtechnik, 22, nr.11, 1967, p.345-349.
67. Ordelf, D. - Melktechnik und Milchlagerung., Landtechnik, 33, nr.6, 1978.
68. Petrescu, A. și colab. - Totul despre ... calculatorul personal "MILC"., vol.1, Ed. Tehnică, București, 1985.
69. Petrescu, A. și colab. - Totul despre ... calculatorul personal "MILC"., vol.2, Ed. Tehnică, București, 1985.
70. Popa, C.I. și colab. - Cercetări pentru stabilirea numărului optim de pulsații la pulsațiile hidropneumatice., Lucrări științifice, IAT, seria Mecanica, vol. XVII, 1969.
71. Popa, C.I. - Realizări actuale privind mecanizarea și automatizarea procesului de muls mecanic al vacilor., Referatul 1., I.P. "Traian Vuia", Catedra de Mașini Agricole, Sibiu, 1984.

72. Popa, C.I. și colab. - Cercetări privind variația unor parametri la instalațiile de muls mecanic., Lucrări științifice, IAT, Zootehnie, vol.XIX, 1984, p.158-164.
73. Popa, C.I. - Cercetări experimentale privind intensitatea vacumului și frecvența pulsațiilor în două unități agricole de producție., Lucrări științifice, IAT, Zootehnie-Med. Veterinari, vol.XX, 1985, p.71-79.
74. Popa, C.I. - Bazele teoretice ale optimizării procesului de lucru și a principalelor elemente ale aparatelor de muls., Referatul 2., I.P."Traian Vuia", Catedra de Mașini Agricole, Timișoara, 1985.
75. Popa, C.I. - Optimizarea regimului de lucru al aparatelor instalațiilor de muls utilizând modele teoretice și experimentale prin calcul statistic și automat., Referatul 3., I.P."Traian Vuia", Catedra de Mașini Agricole, Timișoara, 1986.
76. Popa, C.I. - Considerații teoretice privind stabilirea unor expresii matematice aplicabile cercetărilor experimentale pentru determinarea frecvenței optime a pulsațiilor la mașinile de muls vaci., Lucrări științifice, IAT, Zootehnie, vol.XXI, 1986.
77. Popa, C.I. - Determinarea frecvenței optime a pulsațiilor de funcționare a aparatelor de muls vaci folosind date experimentale, expresii matematice și calcul automat., Lucrări științifice, IAT, Zootehnie, vol.XXI, 1986.
78. Roca, D.I. și colab. - Probleme de statistică rezolvate pe calculator., Ed. Pacla, Timișoara, 1984.
79. Kosov, M., Galalaev, S. - Priber dlia opredelenia skorosti doenia., Molocinoc i mjasnoe skotovodstvo., nr.12, 1967.
80. Rudovsky, J.H. - Untersuchungen zur Nutzungsdauer von Leopen-Zitsergummis "Impulse 25", Jh.

- Vet-Med., Jena, 29, 1974, 1 August, 15.
81. Rudovsky, J.H., - Ergebnisse der Erprobung neuer Materialien für Zütsengemasie., Agrartechnik, nr.2, 1980, p.51-53.
82. Schultze, H.G. - Does the milking machine cause bovine mastitis?, Agricultural Engineering, SUA, vol.49, nr.9,1963.
83. Serebriakov, G.A.- Factori vlijaiuscie na pociuzeteli maşinnoe doenia., Mehanizatsia i elektrifikatsia soşialist. sel.hoz., nr.10, 1973, p.18-19.
84. Suslov, P.V. şi colab. - Optimizatsia reşimov raboti doilnih aparatov., Mehanizatsia i elektrifikatsia soşialist. sel. hoz., nr.5, 1979.
85. Babac, Gh. - Matematici speciale., ditura didactică şi pedagogică., Bucureşti, 1983.
86. Stăfănescu, A. - Teorema minmax şi problema echilibrului., Ed. Academiei R.S.R., Bucureşti, 1984.
87. Talalcev, H.G. şi colab. - Issledovanie niskoraspolojenogo molokoproduktsii., Mehanizatsia i elektrifikatsia soşialist. sel. hoz., nr.10, 1973.
88. Thomas, G. - Influence des normes Californiennes sur la traite mécanique en Europe., Motorisation et technique agricole., nr.4,1979.
89. Thomas, G. - La traite mécanique. Les principes de base et physiologie de la traite. Motorisation et technique agricole., nr.6, 1979.
90. Thum, H. şi Mehowski, G. - Konseptionelle vorstellungen sur Mechanisierung und Automatisierung des Melkprozesses., Mh.Vet-Med., Jena, 29, 1974, 1 August, 15.
91. Toacă, Gh. - Introducere în microprocesoare., ditura Ştiinţifică şi Enciclopedică., Bucureşti, 1986.
92. Ubricht, K., Havlik, K. - Internationale Entwicklungsrichtungen auf dem Gebiet der Melktechnik., Agrartechnik, nr.2, 1980, p.49-50.
93. Velitek, I.S. - Tehnologija maşinnoe doenia korov., Moskva, 1975.

94. Vlăden, I. - Tratat de termodinamică tehnică și transferența căldurii., Ed. didactică și pedagogică., București, 1974.
95. Hanson, J. - La machine à traire est-elle en cause ? Réponse d'un constructeur., *Ann. éd. vét.*, Bruxelles, 121, nr.5, 1977, p.323-328.
96. Weber, W. - Untersuchungen zum Einfluss der melkmaschinentechnischen Parameter Vakuumhöhe, Pulszahl und Länge der Saugphase auf die Milchabgabe der Kuh., *Miss. Weihenstephan*, 1977.
97. Weber, W. - Zum Einfluss melkmaschinentechnischer Parameter auf die Milchabgabe der Kuh., *Landtechnik*, 11, nr.9, 1978.
98. Wehowsky, G. și colab. - Über die Automatisierung des Arbeitstages "stimulieren" zur Auslösung des Milchjektionsreflexes beim maschinellen Melken., *Mh.Vet.-Med.*, Jena, 22, 1974, 1 August, 15, p.501-506.
99. Wendt, M., König, H. - Neue Automatisierungstechnik in Milchgewinnungsanlagen., *Agrartechnik*, nr.2, 1980, p.53-55.
100. Whittlestone, G.W. - The principles of mechanical milking., Sidney, 1962. (tradusă în 1. rusă în 1964 de Editura Izdatelstvo-Kolos).
101. Whittlestone, G.W. - Effects of Milking Machines on the Quality of Milk., *Journal of Milk and Food Technology.*, 53A, vol.11, nr.3, 1968.
102. Worsterff, H. - Einfluss von Vakuumchwankungen in Melkanlagen auf Pulsierung und Untergesundheit., *Landtechnik*, 11, nr.12, 1976.
103. Worsterff, H. - Experimentale Untersuchungen zur Stabilisierung des Vakuums in der Melkeinheit., *Weihenstephan*, 1978.
104. Worsterff, H. - Melktechnik'79 Spezialinformationen über Melken, Milch, Mastitis., *Pop.agrar.extra*, 1979.
105. Worsterff, H., Stansel, H. - Vergleichende Messungen zur

**Beurteilung der Leistungsfähigkeit von  
Regel-ventilen in Melkanlagen., Landtech-  
nik, 34, nr.4, 1979.**

106. **Worthing, G.A., - Prelucrarea datelor experimentale., Edi-  
Geffner, J. tura Tehnică, București, 1959.**
107. x x x - **Installation de traite., Bulletin d'infor-  
mation., Franța, nr.136, 1969.**
108. x x x - **Referat nr.7078/1983, contract cercetare  
cu IMAIA-L.C.M.L.Z.- Timișoara, " Cercetări pentru îmbunătățirea indicatorilor  
de fiabilitate în condiții de exploatare a aparatului de mule din cadrul platfor-  
melor echipate cu pulsator mecanic și e-  
lectronic"., IMAIA Timișoara, 46 pagini.**
109. x x x - **Referat de cercetare contract cu ICCB-  
Balotești-Ilfov, "Cercetări privind eficiența mulsului mecanic la ferma 6 Pădu-  
reni a IAS Sag prevăzută cu instalație  
INV-4, la ferma 6 Săcălas a IAS Timișoara  
prevăzută cu instalație INV-5 și la  
SDE prevăzută cu instalație INV.,1984.**