

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2009 00656

(22) Data de depozit: 26.08.2009

(41) Data publicării cererii:
30.05.2011 BOPI nr. 5/2011

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS"
DIN GALAȚI, STR. DOMNEASCĂ NR.111,
GALAȚI, GL, RO

(72) Inventatori:
• MARINESCU VASILICĂ,
STR. GEORGE COȘBUC NR.37, BLOC C
20, AP.35, GALAȚI, GL, RO;

• CONSTANTIN IONUȚ, STR.DOMNEASCĂ
NR.71, BL.B, AP.33, GALAȚI, GL, RO;
• BANU MIHAELA, STR.SATURN NR.10,
BL.B2, SC.3, AP.28, GALAȚI, GL, RO;
• EPUREANU ALEXANDRU,
STR. ALEXANDRU LĂPUȘNEANU NR.16,
BL.B6, AP.16, GALAȚI, GL, RO;
• MARIN FLORIN BOGDAN,
STR.TECUCIUL NOU NR.15, TECUCI, GL,
RO

(54) METODĂ ȘI ECHIPAMENT PENTRU CONTROLUL ONLINE
AL STABILITĂȚII AȘCHIERII

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un echipament de control online al stabilității dinamice a procesului de așchiere. Metoda conform invenției constă în monitorizarea simultană, pe tot parcursul procesului de așchiere, a unei perechi de semnale: un semnal a cărui variație în timp poate fi considerată ca fiind proporțională cu variația în timp a forței de așchiere și un alt semnal care poate fi considerat proporțional cu accelerația mișcării relative dintre sculă și piesă, semnalele fiind înregistrate sub forma unor perechi de serii de timp și transmise unui sistem de control al stabilității unde sunt procesate conform unui algoritm, rezultatul obținut în urma procesării fiind utilizat pentru a stabili poziția punctului curent de funcționare față de limita de stabilitate, precum și corecțiile ce trebuie aplicate pentru a modifica poziția acestui punct astfel încât să fie atins un deziderat sintetic, prestabilit. Echipamentul de control al stabilității dinamice a procesului de așchiere, conform invenției, include în structura sa niște senzori de forță și de accelerație, care determină forța de așchiere și accelerația mișcării relative dintre o sculă și o piesă în timpul procesului de așchiere, niște elemente

cu ajutorul cărora se achiziționează semnalele de la senzori, integrate într-un sistem de calcul și control, precum și două interfețe de comunicare, una cu sistemul de control al sistemului tehnologic care realizează așchiera și una cu un operator.

Revendicări: 2
Figuri: 7

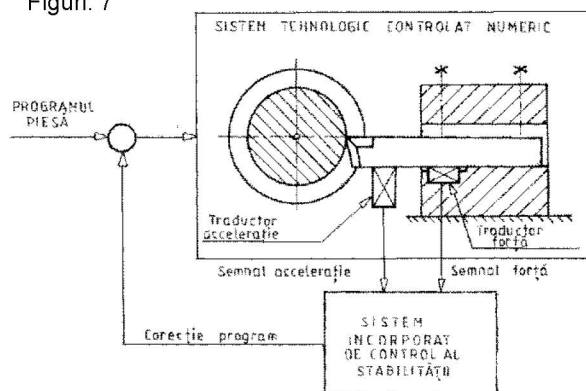


Fig. 7



- Descrierea inventiei -

Inventia se refera la o metoda de control online al stabilitatii dinamice a aschierii, stabilitate caracterizata prin absenta vibratiei relative autoexcitate intre scula si piesa, si la echipamentul necesar pentru implementarea acestei metode, pe masini-unelte destinate fabricatiei in serie a unor loturi de produse variate.

Folosind echipamentul de control online al stabilitatii aschierii, metoda poate fi aplicata atat in cazul masinilor unelte conventionale, cat si a celor reconfigurabile alcatuite din module independente ce se asambleaza in acord cu operatia pe care masina unealta trebuie sa o execute, ori a celor flexibile.

In mod obisnuit, pentru controlul stabilitatii dinamice a aschierii sunt aplicate metode de control offline, bazate pe sesizarea de catre operator a aparitiei vibratiei autoexcitate, urmata de oprirea procesului si modificarea in sens adecvat a regimului de aschiere sau a caracteristicilor sistemului tehnologic, astfel incat, la reluarea procesului, vibratia autoexcitata sa nu mai apara.

Privind controlul online al stabilitatii dinamice a aschierii, o metoda recent aparuta este aceea bazata pe folosirea unui sensor, care sa evidentieze aparitia vibratiei autoexcitate relative intre scula si piesa, urmata de modificarea ciclica a vitezei de aschiere, cu frecventa adecvata si amplitudine din ce in ce mai mare, pana la disparitia respectivei vibratii autoexcitate.

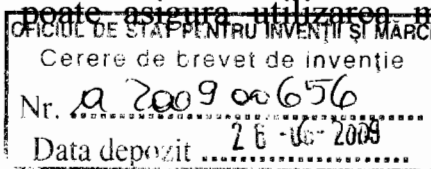
Unul dintre dezavantajele acestor metode este acela ca sistemul de control al stabilitatii dinamice reactioneaza numai atunci dupa ce a fost depasita limita de stabilitate si, in consecinta, dupa ce a aparut deja vibratia autoexcitata, neoferind nicio reactie preventiva, care sa determine evitarea online a aparitiei instabilitatii.

Un alt dezavantaj este acela ca, atunci cand punctul in care se afla procesul de aschiere apartine domeniului de stabilitate, sistemul de control al stabilitatii dinamice lasa procesul de aschiere sa se desfasoare in continuare, desi, prin apropierea acestui punct de limita de stabilitate, productivitatea ar putea fi majorata, uneori semnificativ. Cum, in lungul traiectoriei sculei aschietoare, atat limita de stabilitate dinamica, cat si pozitia punctului de functionare in interiorul domeniului de stabilitate dinamica, variaza in limite largi, exista, aproape in permanenta, o rezerva nefolosita de crestere a productivitatii.

In fine, daca stabilitatea dinamica este controlata prin recent aparuta metoda online, atunci singura reactie a sistemului de control este variatia periodica a vitezei de aschiere, desi pot exista si alte reactii, mai eficiente din punct de vedere tehnic si mai eficiente din punct de vedere economic.

Pe de alta parte, daca stabilitatea dinamica este controlata offline, atunci, urmare a faptului ca semifabricatele folosite pentru executarea unui lot de piese au caracteristici dimensionale si de material variabile in timp si spatiu, acordarea de catre operator a parametrilor procesului la valorile reale ale caracteristicilor semifabricatului, astfel incat procesul de aschiere sa devina stabil, se face cu intarziere, ceea ce afecteaza nivelul calitativ al produsului rezultat.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in furnizarea unei metode de control online al stabilitatii dinamice a aschierii, metoda prin care, in cursul prelucrarii unei suprafete a piesei, se poate asigura utilizarea mai completa a



capacitatii sistemului tehnologic de a prelucra stabil prin aschiere, chiar atunci cand caracteristicile dimensionale si de material ale semifabricatelor si/sau caracteristicile sistemului tehnologic variaza in timp si spatiu.

Metoda si echipamentul de control online al stabilitatii dinamice a aschierii, potrivit inventiei, inlatura dezavantajele de mai sus, prin aceea ca, **a)** in scopul de a controla pozitia punctului curent de functionare a sistemului tehnologic in raport cu limita domeniului de stabilitate dinamica, metoda de control online al stabilitatii dinamice a aschierii consta in monitorizarea, simultana, pe tot parcursul procesului de aschiere, a unei perechi de semnale - si anume un semnal a carui variatie in timp poate fi considerata ca fiind proportionala cu variatia in timp a fortei de aschiere, si care va fi numit in continuare *semnal forta*, si un alt semnal, care poate fi considerat proportional cu acceleratia miscarii relative dintre scula si piesa, si care va fi numit in continuare *semnal acceleratie* - semnale care sunt inregistrate sub forma unor perechi de serii de timp si sunt transmise sistemului incorporat de control al stabilitatii, unde sunt procesate conform unui algoritm ce include cinci pasi, si anume *pasul i)*-eliminarea componentei lent variabile in timp, separat pentru fiecare dintre cele doua semnale, *pasul ii)*-scalarea celor doua semnale astfel filtrate, *pasul iii)*-transformarea Fourier a celor doua semnale, *pasul iv)*-stabilirea pozitiei procesului de aschiere fata de limita de stabilitate dinamica, *a n a l i z a n d* transformatele Fourier ale celor doua semnale, pe baza faptului ca, in cazurile in care procesul de aschiere se afla in zona de instabilitate, frecventele proprii importante ale sistemului tehnologic se evidentiaza cu mare claritate, atat la semnalul forta cat si la semnalul acceleratie, in timp ce in cazurile in care procesul de aschiere se afla in domeniul de stabilitate, cele doua semnale evidentiaza in mod diferit aceste frecvente proprii ale sistemului tehnologic si anume, semnalul forta nu le evidentiaza deloc, pe intreg domeniul de stabilitate, in timp ce semnalul acceleratie imparte domeniul de stabilitate in doua zone, o prima zona, care va fi numita *zona de stabilitate sensibila*, si care se afla in vecinatatea limitei de stabilitate si se caracterizeaza prin aceea ca frecventa proprie a sistemului tehnologic este evidentziata cu atat mai bine cu cat procesul se afla mai aproape de aceasta limita, iar o a doua zona este formata de restul domeniului de stabilitate si va fi numita *zona de stabilitate insensibila*, intrucat se caracterizeaza prin aceea ca, la ambele semnale, frecventa proprie a sistemului tehnologic nu se evidentiaza, si *concluzionand* in urma analizei transformatelor Fourier ale celor doua semnale, cu privire la domeniul si zona in care se afla procesul de aschiere in momentul curent, tinand cont ca, *j)*-daca ambele semnale evidentiaza o frecventa proprie a sistemului tehnologic, atunci procesul se afla in domeniul de instabilitate; *jj)*-daca semnalul forta nu evidentiaza vreo frecventa proprie, in timp ce semnalul acceleratie o evidentiaza, atunci procesul se afla in zona de stabilitate sensibila, cu atat mai aproape de limita de stabilitate cu cat amplitudinea semnalului acceleratie, la respectiva frecventa proprie a sistemului, este mai mare; *jjj)*-daca niciunul dintre semnale nu evidentiaza frecventa proprie, atunci procesul se afla in zona de stabilitate insensibila, dupa care se continua cu *pasul v)*-stabilirea acelor marimi de stare, fie acestea caracteristice procesului de aschiere ori caracteristice sistemului tehnologic, care vor juca rolul de variabile de control, si modificarea valorilor acestora, fata de valorile programate prin programul piesa, in scopul atingerii unui deziderat in prealabil stabilit, tinand cont ca, in multe

cazuri practice, latimea aschiei si viteza de aschiere, iar uneori grosimea aschiei, sunt cei mai potriviti candidati pentru rolul de variabile de control al stabilitatii dinamice a aschierii iar productivitatea procesului este frecvent desemnata drept criteriu de evaluare a performantei economice a procesului, si prin aceea ca, **b)** in scopul aplicarii metodei de control online al stabilitatii aschierii se foloseste un echipament care, potrivit inventiei, materializeaza bucla de reactie ce pleaca de la sistemul tehnologic inchizandu-se la unitatea prin care acesta este controlat numeric si include in structura sa trei componente, conectate in serie si anume *l) senzorii care genereaza semnalul forta si semnalul acceleratie, conform metodei, ll) elementele necesare pentru achizitia celor doua semnale, toate fiind integrate intr-un sistem incorporat de calcul si control, care, la randul lui, procesand respectivele semnale in acord cu algoritmul de implementare a metodei, determina modificarea necesara a pozitiei punctului curent de functionare a sistemului tehnologic in raport cu limita de stabilitate, pentru a atinge dezideratul urmarit prin controlul stabilitatii, precum si ll) doua interfate de comunicare, una de comunicare cu sistemul de control numeric al sistemului tehnologic, care sa asigure modificarea valorilor variabilelor de control, astfel incat dezideratul urmarit sa fie atins, si o alta, de comunicare cu operatorul, care, pe de o parte, sa asigure afisarea permanenta a caracteristicilor punctului curent de functionare, dar si, pe de alta parte, posibilitatea ca operatorul sa intervina in setarea domeniilor de variatie ale frecventelor proprii ale sistemului tehnologic si ale valorilor limita ale amplitudinilor **A_f** si **A_a** ale semnalului forta, respectiv semnalului acceleratie, astfel incat sa duca la discriminarea pozitiei punctului curent de functionare intre cele trei pozitii posibile si anume pozitia in zona de stabilitate sensibila, pozitia in zona de stabilitate insensibila, sau pozitia in domeniul de instabilitate, toate aceste parti ale echipamentului fiind asamblate fie ca entitate de sine statatoare, atasabila sistemului tehnologic, caz in care proiectarea echipamentului trebuie sa asigure un anumit nivel de universabilitate, fie ca entitate dedicata, integrata in unitatea de comanda numerica a sistemului tehnologic.*

Inventia prezinta urmatoarele avantaje:

- asigura in permanenta folosirea, optimala sub aspectul stabilitatii dinamice, a capacitatii de prelucrare a sistemului tehnologic;
- se poate aplica la toate sistemele tehnologice la care prelucrarea se bazeaza pe aschiere iar instabilitatea dinamica se manifesta prin vibratii autoexcitate intre scula si piesa;
- la proiectare, permite satisfacerea in suficienta masura, atat a exigentelor specifice sistemelor tehnologice dedicate, cat si a celor specifice sistemelor tehnologice universale, flexibile sau reconfigurabile;
- in exploatare, necesita un numar redus de setari, pentru a se acorda la schimbari in ceea ce priveste structura sistemului tehnologic sau operatia pe care acesta o executa.

Un exemplu de aplicare a inventiei se prezinta in continuare, in legatura cu fig. 1...7, unde:

- fig. 1 prezinta un exemplu de semnal forta, primit de sistemul incorporat de control al stabilitatii, de la traductorul de forta, sub forma unei serii de timp;

- fig. 2 prezinta un exemplu de semnal acceleratie, primit de sistemul incorporat de control al stabilitatii, de la traductorul de acceleratie, sub forma unei serii de timp;
- fig. 3, a, b, c, d, e, f, g, h prezinta rezultatele obtinute in urma procesarii prin transformare Fourier a semnalelor forta, corespunzatoare strunjirii, respectiv cu turatia de 300, 350, 400, 450, 500, 550, 700 si 800 rot/min, a unei piese cu diametrul de 45 mm;
- fig. 4, a, b, c, d, e, f, g, h, i prezinta rezultatele obtinute in urma procesarii prin transformare Fourier a semnalelor acceleratie, corespunzatoare strunjirii, respectiv cu turatia de 100, 200, 350, 450, 500, 550, 600, 750 si 800 rot/min, a unei piese cu diametrul de 45 mm;
- fig. 5 prezinta modul in care spatiul valorilor posibile ale grosimii aschiei, a, latimii aschiei, b, si vitezei de aschiere, v, se divide in doua domenii, si anume domeniul de instabilitate si domeniul de stabilitate, iar acesta din urma se imparte in doua zone, si anume zona de stabilitate sensibila si zona de stabilitate insensibila;
- fig. 6 reprezinta o sectiune, cu planele P si Q, a spatiului valorilor posibile ale grosimii aschiei, a, latimii aschiei, b, si vitezei de aschiere, v;
- fig. 7 reprezinta schema echipamentului pentru controlul online al stabilitatii aschierii.

Potrivit inventiei, punctul de plecare in aplicarea metodei de control online al stabilitatii dinamice este monitorizarea, simultana, pe tot parcursul procesului de aschiere, a unei perechi de semnale, si anume un semnal a carui variatie in timp poate fi considerata ca fiind proportionala cu variatia in timp a fortei de aschiere, si care va fi numit in continuare *semnal forta*, si un alt semnal, care poate fi considerat proportional cu acceleratia miscarii relative dintre scula si piesa, si care va fi numit in continuare *semnal acceleratie*.

In prezentul exemplu, metoda de control online al stabilitatii dinamice se aplica la strunjire. In acest caz, asa cum se arata in figura 7, drept semnal a carui variatie in timp este considerata ca fiind proportionala cu variatia in timp a fortei de aschiere, si care, de aceea, este monitorizat ca semnal forta, se adopta variatia fortei de strangere in portcutit a sculei, iar drept semnal ce poate fi considerat ca fiind proportional cu acceleratia miscarii relative dintre scula si piesa, si de aceea este monitorizat ca semnal acceleratie, se adopta acceleratia vibratiei in directie verticala a unui punct de pe cutit.

Atat primul semnal, furnizat de un traductor de forta montat in portcutit, cat si al doilea semnal, furnizat de un traductor de acceleratie fixat pe cutit, sunt achizitionate numeric, cu o frecventa suficient de mare, pentru a putea surprinde variatii in timp cu frecvente apropiate de frecventele proprii importante ale sistemului tehnologic. De exemplu, strungurile universale obisnuite au doua frecvente proprii importante, prima fiind de circa 150 Hz, iar cea de a doua variind intre 1000 si 2500 Hz. Ca urmare, o frecventa de achizitie de minimum 20 kHz este necesara.

Aceste semnale sunt inregistrate sub forma unor perechi de serii de timp si apoi transmise sistemului incorporat de control al stabilitatii, unde sunt procesate. In figurile 1 si 2 se redau doua semnale achizitionate simultan, deci semnale pereche, rezultate din aplicarea experimentală in laborator a metodei.

Procesarea fiecărei perechi de semnale de către sistemul incorporat de control al stabilitatii se face conform următorului algoritm:

Pasul 1 – Eliminarea componentei lent variabile in timp, separat pentru fiecare dintre cele doua semnale.

Pasul 2 – Scalarea celor doua semnale astfel filtrate.

Pasul 3 – Transformarea Fourier a celor doua semnale.

Dupa transformarea Fourier se obtin rezultate a caror aliura este similara cu cea a rezultatelor experimentale prezentate in figurile 3 si 4.

Pasul 4 – Stabilirea pozitiei procesului de aschiere fata de limita de stabilitate dinamica, analizand transformatele Fourier ale celor doua semnale, pe baza observatiilor de mai jos.

O prima observatie este aceea ca, in exemplul considerat, sistemul tehnologic are o singura frecventa proprie importanta. Apoi ca, in cazurile in care procesul de aschiere se afla in zona de instabilitate, adica la turatii de 500 rot/min sau mai mari, frecventa proprie importanta a sistemului tehnologic se evidentiaza cu mare claritate, atat la semnalul forta cat si la semnalul acceleratie.

Pe de alta parte, in cazurile in care procesul de aschiere se afla in domeniul de stabilitate, adica la turatii mai mici de 500 rot/min, cele doua semnale evidentiaza in mod diferit aceasta frecventa proprie a sistemului tehnologic. Astfel, semnalul forta nu o evidentiaza deloc, pe intreg domeniul de stabilitate, in timp ce semnalul acceleratie imparte domeniul de stabilitate in doua zone. O prima zona, care va fi in continuare numita *zona de stabilitate sensibila*, se afla in vecinatatea limitei de stabilitate si se caracterizeaza prin aceea ca frecventa proprie a sistemului tehnologic este evidentziata, cu atat mai bine cu cat procesul se afla mai aproape de aceasta limita. Restul domeniului de stabilitate formeaza cea de a doua zona, care va fi in continuare numita *zona de stabilitate insensibila*, si care se caracterizeaza prin aceea ca, la ambele semnale, frecventa proprie a sistemului tehnologic nu se evidentiaza.

In figura 5 se prezinta pozitia limitei de stabilitate, reprezentata de suprafata 1-2-3-4-5, in spatiul valorilor posibile ale parametrilor procesului de aschiere si anume: viteza de aschiere, intre valoarea minima vm si valoarea maxima vM; grosimea aschiei, intre zero si valoarea maxima aM; latimea aschiei, intre zero si valoarea maxima bM. Deasupra limitei de stabilitate se afla domeniul de instabilitate. Sub aceasta limita se afla domeniul de stabilitate, care se compune din zona de stabilitate sensibila, aflata in vecinatatea suprafatei 1-2-3-4-5, si a carei grosime este marcata in figura, si zona de stabilitate insensibila, care este constituita de restul domeniului de stabilitate.

Analizand, pe baza observatiilor de mai sus, transformatele Fourier ale celor doua semnale, se poate stabili in care domeniu si zona se afla procesul de aschiere in momentul curent, si anume: *i*)-daca ambele semnale evidentiaza frecventa proprie a sistemului tehnologic, atunci procesul se afla in domeniul de instabilitate; *ii*)-daca semnalul forta nu evidentiaza aceasta frecventa, in timp ce semnalul acceleratie o evidentiaza, atunci procesul se afla in zona de stabilitate sensibila, cu atat mai aproape de limita de stabilitate cu cat amplitudinea semnalului acceleratie, la frecventa proprie a sistemului, este mai mare; *iii*)-daca niciunul dintre semnale nu evidentiaza frecventa proprie, atunci procesul se afla in zona de stabilitate insensibila.

Pasul 5 – Stabilirea acelor marimi de stare, fie acestea caracteristice procesului de aschiere ori caracteristice sistemului tehnologic, care vor juca rolul de

variabile de control, si modificarea valorilor acestora, fata de valorile programate prin programul piesa, in scopul atingerii unui deziderat in prealabil stabilit.

In aplicarea metodei de control online al stabilitatii dinamice, parcurgerea acestui pas depinde de posibilitatile de control de care dispune respectivul sistem tehnologic, sau care pot fi create in mod special pentru a controla stabilitatea. In multe cazuri practice, latimea aschiei si viteza de aschiere, iar uneori grosimea aschiei, sunt cei mai frecventi candidati pentru rolul de variabile de control al stabilitatii dinamice.

Pentru exemplificare, in figura 6 se prezinta intersectia spatiului valorilor posibile ale grosimii aschiei, a, latimii aschiei, b, si vitezei de aschiere, v, cu doua plane P si Q. Planul P este perpendicular pe axa grosimii aschiei, a, si corespunde cazului in care valoarea reglata a grosimii aschiei este a0. Acest plan intersecteaza suprafata 1-2-3-4-5 (vezi si figura 5), dupa linia 7-C-8-T-9. Planul Q este perpendicular pe axa vitezei de aschiere, v, si corespunde cazului in care valoarea reglata a vitezei de aschiere este v0. Acest plan intersecteaza suprafata 1-2-3-4-5 (vezi si figura 5), dupa linia 10-C-11.

In scopul de a prezenta un exemplu de parcurgere a acestui pas, sa consideram sectiunea cu planul P si un proces de aschiere la care grosimea aschiei si latimea aschiei raman constante, la valorile lor programate, si anume a0 respectiv b0, in timp ce viteza de aschiere este desemnata drept variabila de control al stabilitatii. In timpul controlului online al stabilitatii, punctul curent de functionare a sistemului tehnologic parcurge linia R-S-T-U, aflata in acest plan. Daca dezideratul urmarit este acela de a maximiza productivitatea procesului, atunci punctul de functionare trebuie sa se afle pe segmentul ST, cat mai aproape de punctul T.

Potrivit inventiei, acest deziderat se atinge astfel.

Daca, atat semnalul forta, cat si semnalul acceleratie, evidentiaza frecventa proprie a sistemului tehnologic, atunci punctul curent se afla pe segmentul TU, aflat in domeniul de instabilitate, iar viteza de aschiere trebuie diminuată pana la aducerea punctului de functionare pe segmentul TS, unde semnalul forta nu mai evidentiaza frecventa proprie a sistemului tehnologic, iar semnalul acceleratie evidentiaza cu claritate maxima aceasta frecventa.

Daca, niciunul dintre cele doua semnale nu evidentiaza frecventa proprie, atunci punctul curent de functionare se afla pe segmentul RS, iar viteza de aschiere trebuie majorata pana cand semnalul acceleratie evidentiaza cu claritate maxima frecventa proprie, in timp ce semnalul forta nu o evidentiaza. Astfel, punctul de functionare ajunge pe segmentul ST, in vecinatatea punctului T.

In partea de jos a planului P se prezinta diagramele pe care, in timpul controlului stabilitatii dinamice, le parcurg amplitudinea Aa a semnalului acceleratie si respectiv amplitudinea Af a semnalului forta, corespunzatoare frecventei proprii a sistemului tehnologic (pentru valorile numerice din figura, vezi si figurile 3 si 4).

Un exemplu similar de parcurgere a acestui pas al algoritmului de implementare a metodei poate fi prezentat daca, drept traseu pe care punctul de functionare il parcurge pe timpul controlului stabilitatii se considera linia A-B-C-D, continuta in planul Q. In acest exemplu, variabila de control este latimea aschiei, b, in timp ce grosimea aschiei si viteza de aschiere raman constante, la valorile lor programate a0, respectiv v0. Prin modificarea acestei variabile de control, pozitia

punctului de functionare este adusa pe segmentul **BC**, cat mai aproape de punctul **C**, in acest fel atingandu-se dezideratul de a obtine un nivel de productivitate maxim.

Echipamentul pentru controlul online al stabilitatii aschierii, potrivit inventiei, serveste la aplicarea metodei prezentate mai sus si se compune (vezi figura 7) din:

a) *senzorii* care genereaza semnalul forta si semnalul acceleratie, conform metodei;

b) *elementele electronice necesare pentru achizitia celor doua semnale*, ce sunt integrate intr-un sistem incorporat de calcul si control, care, la randul lui, procesand respectivele semnale in acord cu algoritmul de implementare a metodei, determina modificarea necesara a pozitiei punctului curent de functionare a sistemului tehnologic in raport cu limita de stabilitate, pentru a atinge dezideratul urmarit prin controlul stabilitatii;

c) *doua interfate de comunicare*, una de comunicare cu unitatea de control numeric al sistemului tehnologic, care asigura modificarea valorilor variabilelor de control, astfel incat acest deziderat sa fie atins, si o alta, de comunicare cu operatorul, care asigura afisarea permanenta a caracteristicilor punctului curent de functionare, dar si posibilitatea ca operatorul sa intervina in setarea domeniului de variatie a frecventelor proprii ale sistemului tehnologic si a valorilor limita ale amplitudinilor **Af** si **Aa** ale semnalului forta, respectiv acceleratie, care sa duca la discriminarea pozitiei punctului curent de functionare in zona de stabilitate sensibila sau insensibila, ori in domeniul de instabilitate.

Scopul facilitatii de comunicare cu operatorul este de a obtine robuste si capacitate de adaptare la diferite tipuri de procese si masini unelte. Astfel, in cazul unui proces de frezare, discriminarea intre frecventa trecerii muchiilor frezei prin zona de aschiere si frecventa proprie a sistemului tehnologic poate fi asigurata de operator, in locul unui sistem automat, complicat si, posibil, mai putin robust, ca sa dam doar un exemplu.

In proiectare, caracteristicile componentelor ce formeaza echipamentul pentru controlul online al stabilitatii aschierii se stabilesc astfel incat sa fie adecvate sistemului tehnologic pe care echipamentul va fi montat, pe de o parte, si, pe de alta parte, adecvate obiectivelor economice ale procesului de fabricatie realizat cu respectivul sistem tehnologic.

Echipamentul poate fi proiectat ca unitate de sine statatoare, atasabila sistemului tehnologic, caz in care constructia acestuia trebuie sa asigure un anumit nivel de universabilitate, dar si ca unitate dedicata, integrata in unitatea de comanda numerica a sistemului tehnologic.

- Revendicari -

1. Metoda pentru controlul online al stabilitatii dinamice a aschierii, caracterizata prin aceea ca necesita monitorizarea, simultana, pe tot parcursul procesului de aschiere, a unei perechi de semnale, si anume un semnal a carui variatie in timp poate fi considerata ca fiind proportionala cu variatia in timp a fortei de aschiere, si care va fi numit in continuare *semnal forta*, si un alt semnal, care poate fi considerat proportional cu acceleratia miscarii relative dintre scula si piesa, si care va fi numit in continuare *semnal acceleratie*, semnale care sunt inregistrate sub forma unor perechi de serii de timp si transmise sistemului incorporat de control al stabilitatii, unde sunt procesate conform unui algoritm ce include cinci pasi, si anume pasul *i*)-eliminarea componentei lent variabile in timp, separat pentru fiecare dintre cele doua semnale, pasul *ii*)-scalarea celor doua semnale astfel filtrate, pasul *iii*)-transformarea Fourier a celor doua semnale, pasul *iv*)-stabilirea pozitiei procesului de aschiere fata de limita de stabilitate dinamica, a n a l i z a n d transformatele Fourier ale celor doua semnale, pe baza faptului ca, in cazurile in care procesul de aschiere se afla in zona de instabilitate, frecventele proprii importante ale sistemului tehnologic se evidentiaza cu mare claritate, atat la semnalul forta cat si la semnalul acceleratie, in timp ce in cazurile in care procesul de aschiere se afla in domeniul de stabilitate, cele doua semnale evidentiaza in mod diferit aceste frecvente proprii ale sistemului tehnologic si anume, semnalul forta nu le evidentiaza deloc, pe intreg domeniul de stabilitate, in timp ce semnalul acceleratie imparte domeniul de stabilitate in doua zone, o prima zona, care va fi numita *zona de stabilitate sensibila*, se afla in vecinatatea limitei de stabilitate si se caracterizeaza prin aceea ca frecventa proprie a sistemului tehnologic este evidentziata cu atat mai bine cu cat procesul se afla mai aproape de aceasta limita, iar o a doua zona este formata de restul domeniului de stabilitate si va fi numita *zona de stabilitate insensibila*, intrucat se caracterizeaza prin aceea ca, la ambele semnale, frecventele proprii ale sistemului tehnologic nu se evidentiaza, si c o n c l u z i o n a n d in urma analizei transformatelor Fourier ale celor doua semnale, cu privire la domeniul si zona se afla procesul de aschiere in momentul curent, ca, *j*)-daca ambele semnale evidentiaza o frecventa proprie a sistemului tehnologic, atunci procesul se afla in domeniul de instabilitate; *jj*)-daca semnalul forta nu evidentiaza vreo frecventa proprie, in timp ce semnalul acceleratie o evidentiaza, atunci procesul se afla in zona de stabilitate sensibila, cu atat mai aproape de limita de stabilitate cu cat amplitudinea semnalului acceleratie, la respectiva frecventa proprie a sistemului, este mai mare; *jjj*)-daca niciunul dintre semnale nu evidentiaza vreo frecventa proprie, atunci procesul se afla in zona de stabilitate insensibila, dupa care se continua cu pasul *v*)-stabilirea acelor marimi de stare, fie acestea caracteristice procesului de aschiere ori caracteristice sistemului tehnologic, care vor juca rolul de variabile de control, si modificarea valorilor acestora, fata de valorile programate prin programul piesa, in scopul atingerii unui deziderat in prealabil stabilit, tinand cont ca, in multe cazuri practice, latimea aschierii si viteza de aschiere, iar uneori grosimea aschierii, sunt cei mai potriviti candidati pentru rolul de variabile de control al stabilitatii dinamice iar productivitatea procesului este frecvent desemnata drept criteriu de evaluare a performantei economice a procesului.

2. Echipament de control online al stabilitatii dinamice a aschierii conform revendicarii 1, caracterizat prin aceea ca, in scopul aplicarii metodei de control online al stabilitatii aschierii, acesta include in structura sa trei componente si anume *l) senzorii care genereaza semnalul forta si semnalul acceleratie, conform metodei, ll) elementele necesare pentru achizitia celor doua semnale, toate fiind integrate intr-un sistem incorporat de calcul si control, care, la randul lui, procesand respectivele semnale in acord cu algoritmul de implementare a metodei, determina modificarea necesara a pozitiei punctului curent de functionare a sistemului tehnologic in raport cu limita de stabilitate, pentru a atinge dezideratul urmarit prin controlul stabilitatii, precum si ll) doua interfate de comunicare, una cu sistemul de control numeric al sistemului tehnologic, care sa asigure modificarea valorilor variabilelor de control, astfel incat acest deziderat sa fie atins, si o alta, de comunicare cu operatorul, care, pe de o parte, sa asigure afisarea permanenta a caracteristicilor punctului curent de functionare, dar si, pe de alta parte, posibilitatea ca operatorul sa intervina in setarea domeniilor de variatie ale frecventelor proprii ale sistemului tehnologic si ale valorilor limita ale amplitudinilor A_f si A_a ale semnalului forta, respectiv acceleratie, care sa duca la discriminarea pozitiei punctului curent de functionare in zona de stabilitate sensibila sau insensibila, ori in domeniul de instabilitate, toate aceste parti ale echipamentului fiind asamblate ca entitate de sine statatoare, atasabila sistemului tehnologic, caz in care proiectarea echipamentului trebuie sa asigure un anumit nivel de universabilitate, dar si ca entitate dedicata, integrata in unitatea de comanda numerica a sistemului tehnologic.*

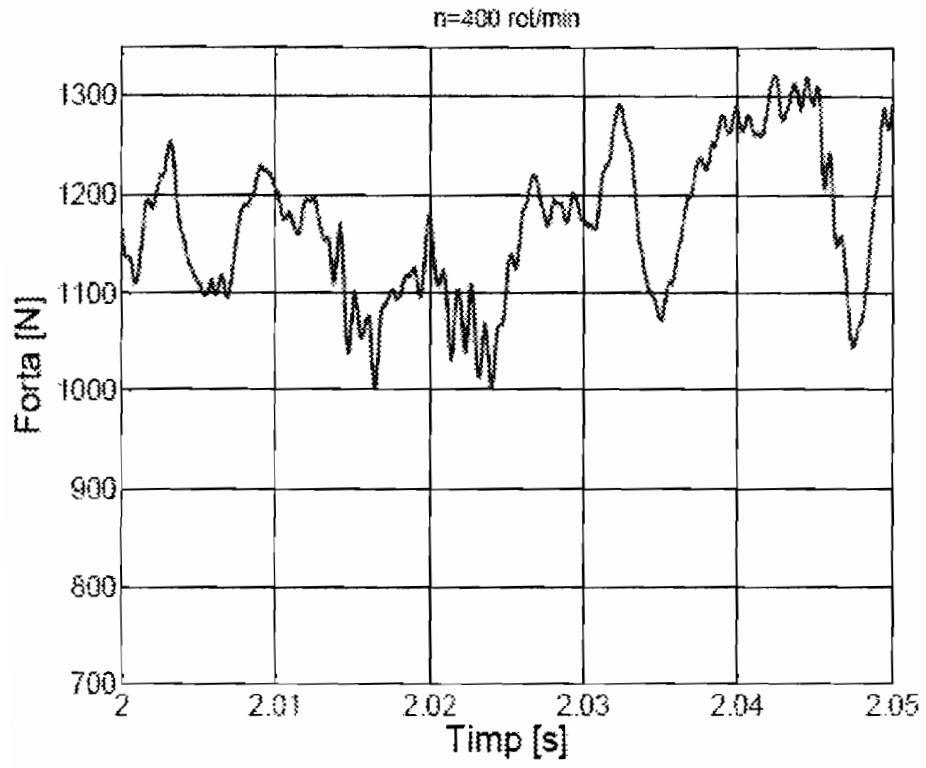


Figura 1

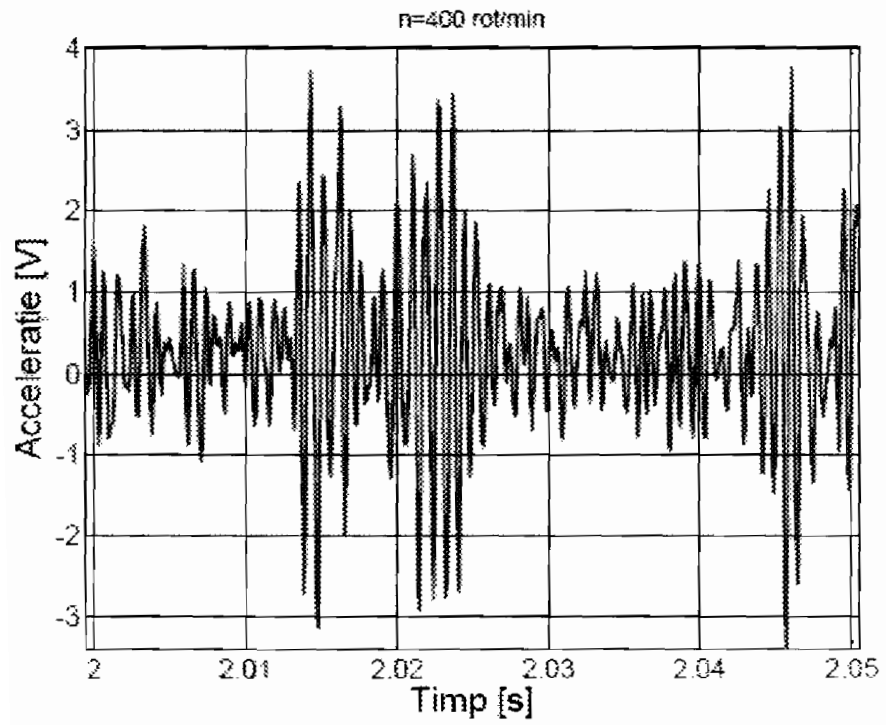


Figura 2

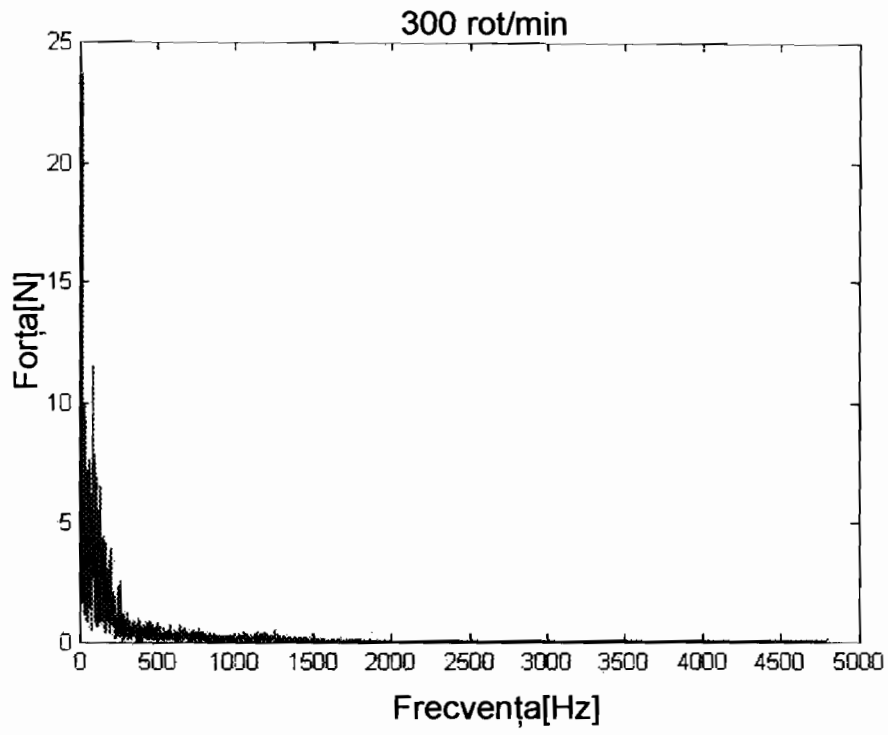


Figura 3, a

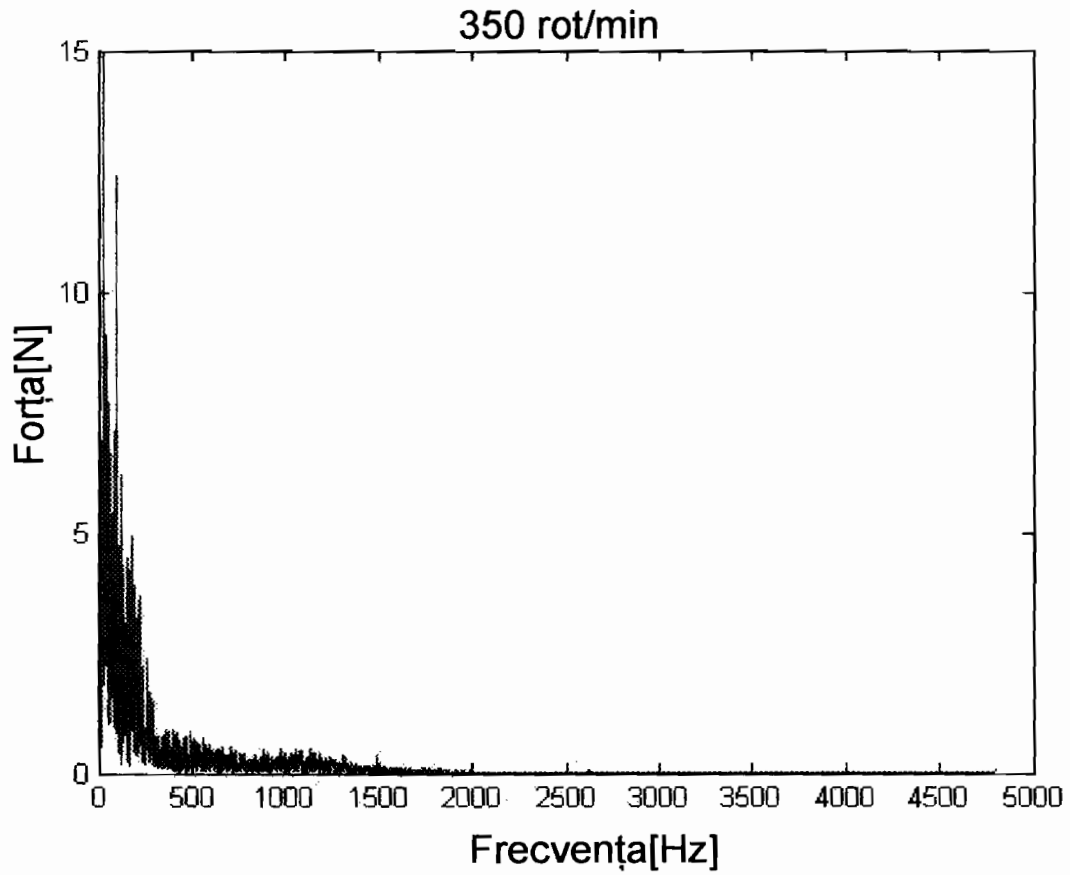


Figura 3, b

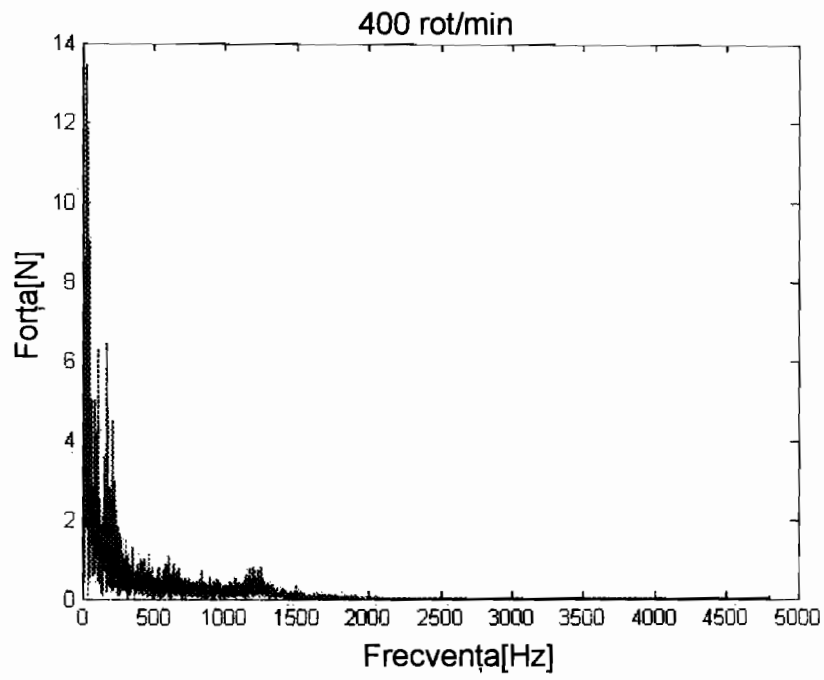


Figura 3, c

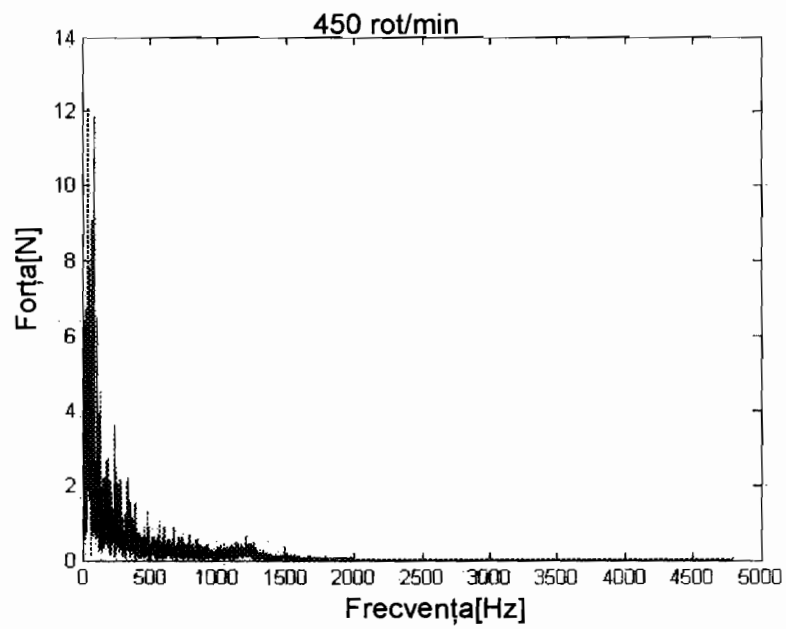


Figura 3, d

~ 2 0 0 9 - 0 0 6 5 6 - -
2 6 - 0 8 - 2 0 0 9

5/

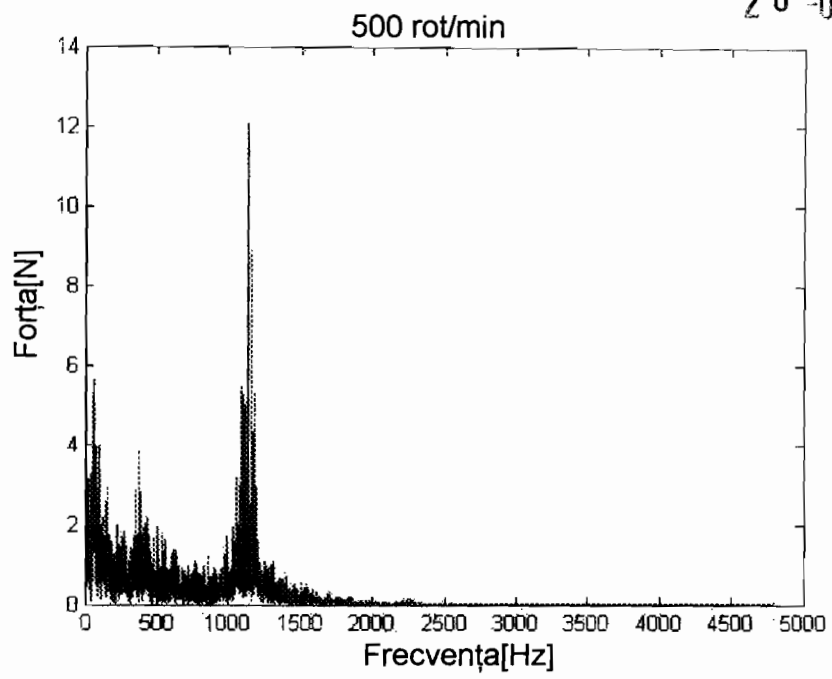


Figura 3, e

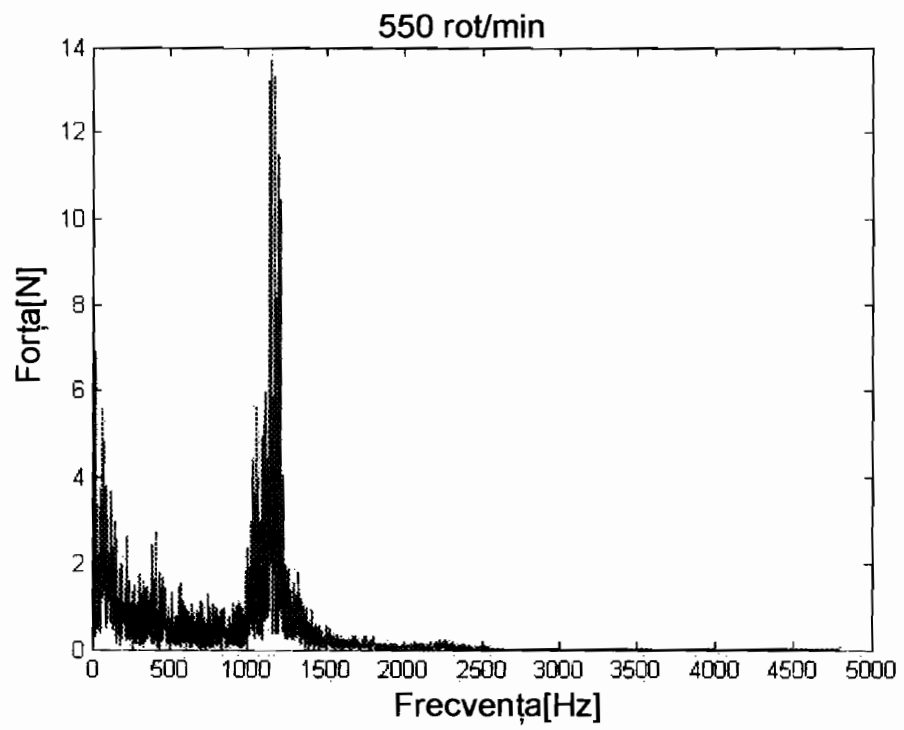


Figura 3, f

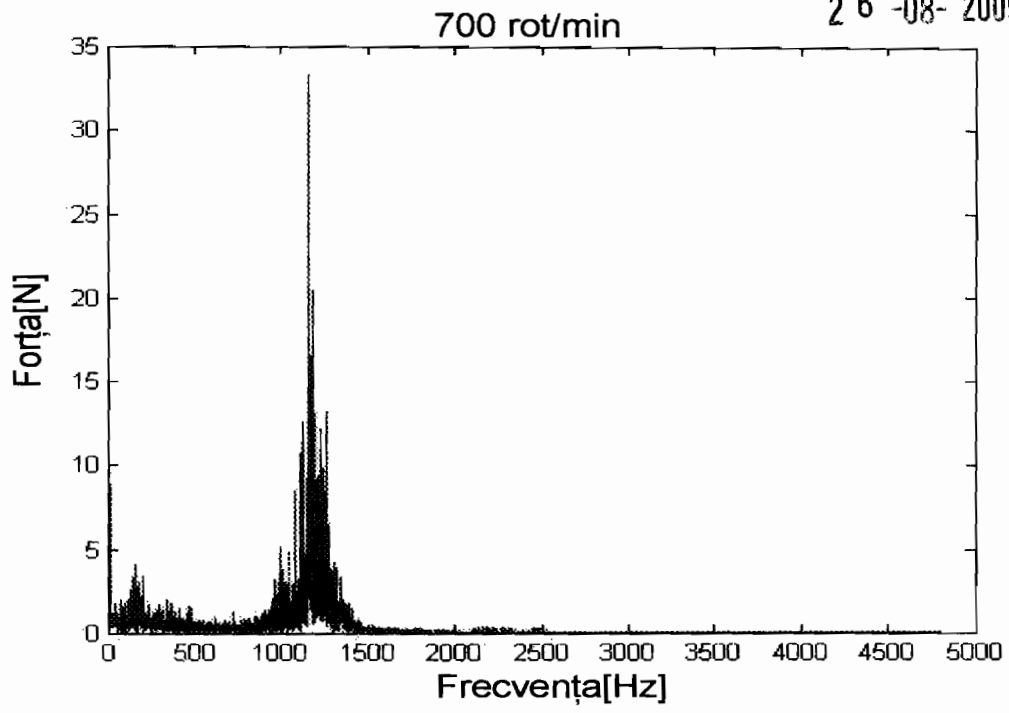


Figura 3, g

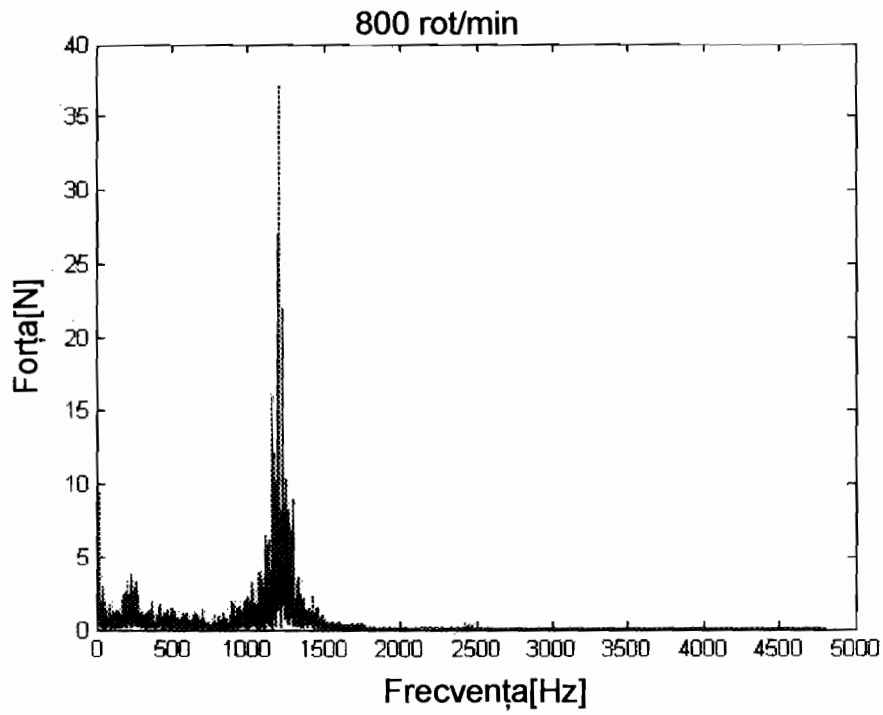


Figura 3, h

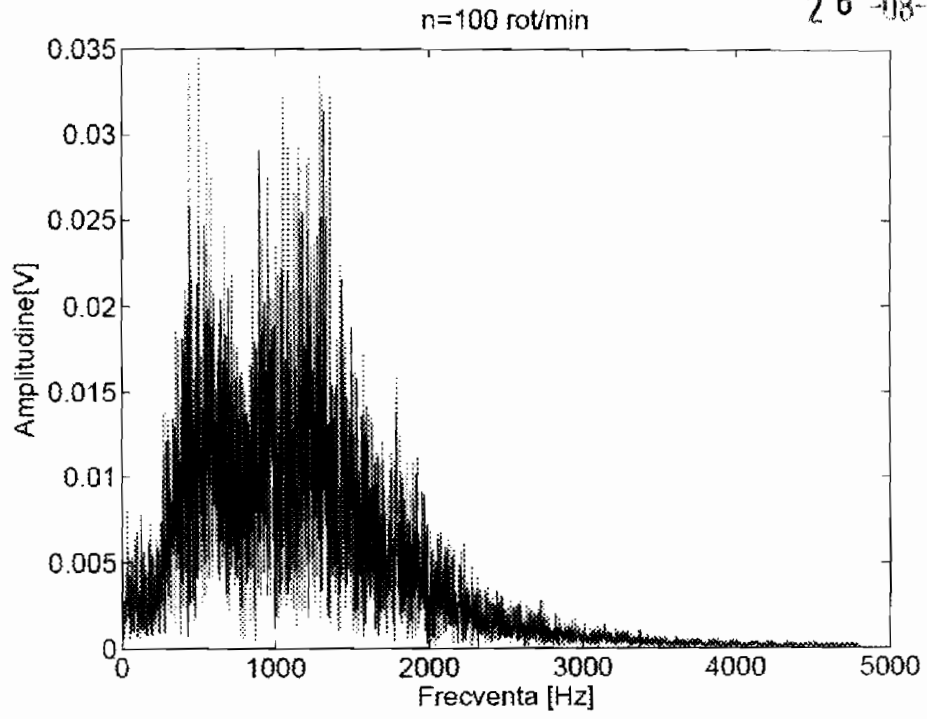


Figura 4, a

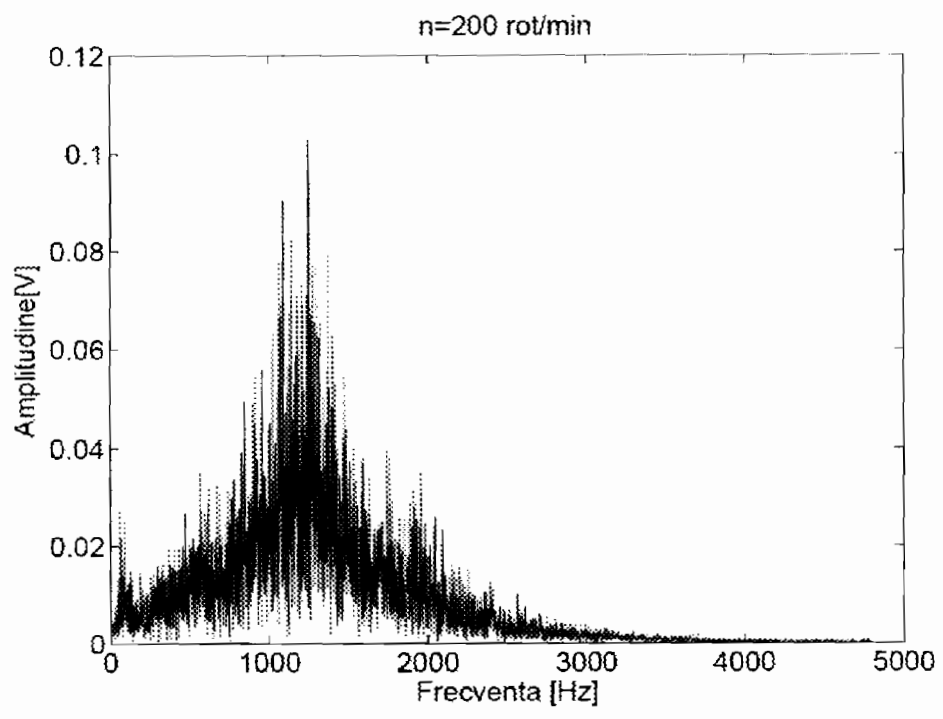


Figura 4, b

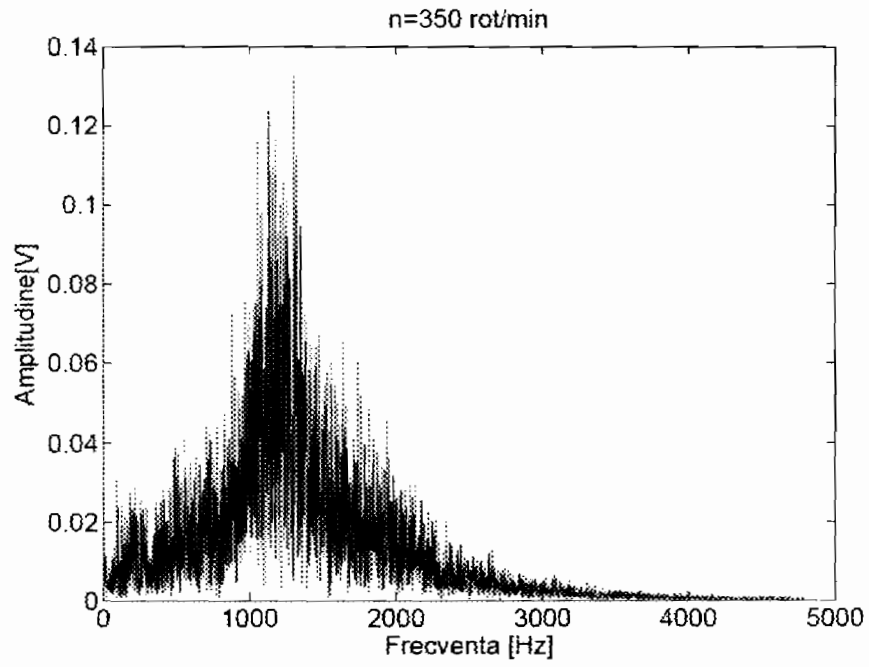


Figura 4, c

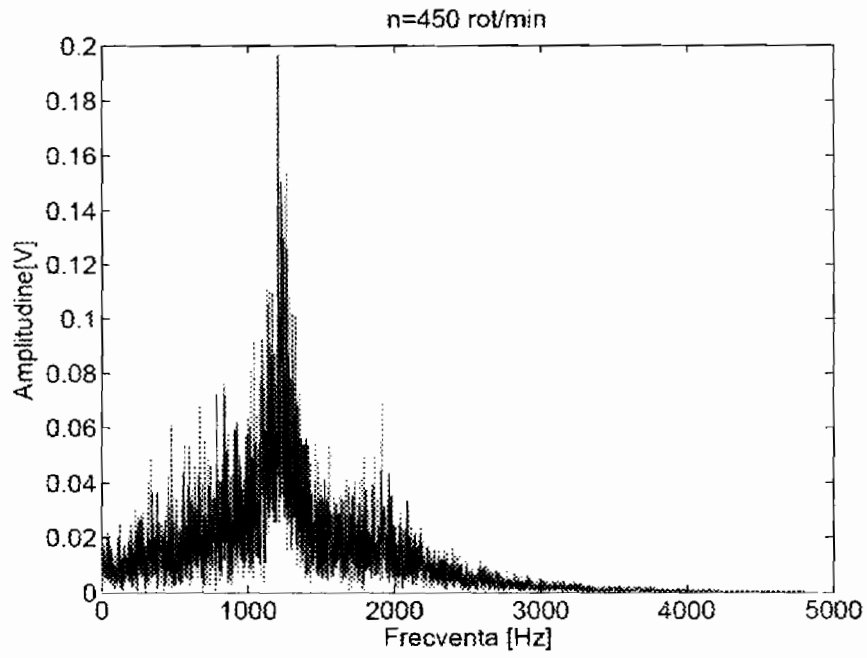


Figura 4, d

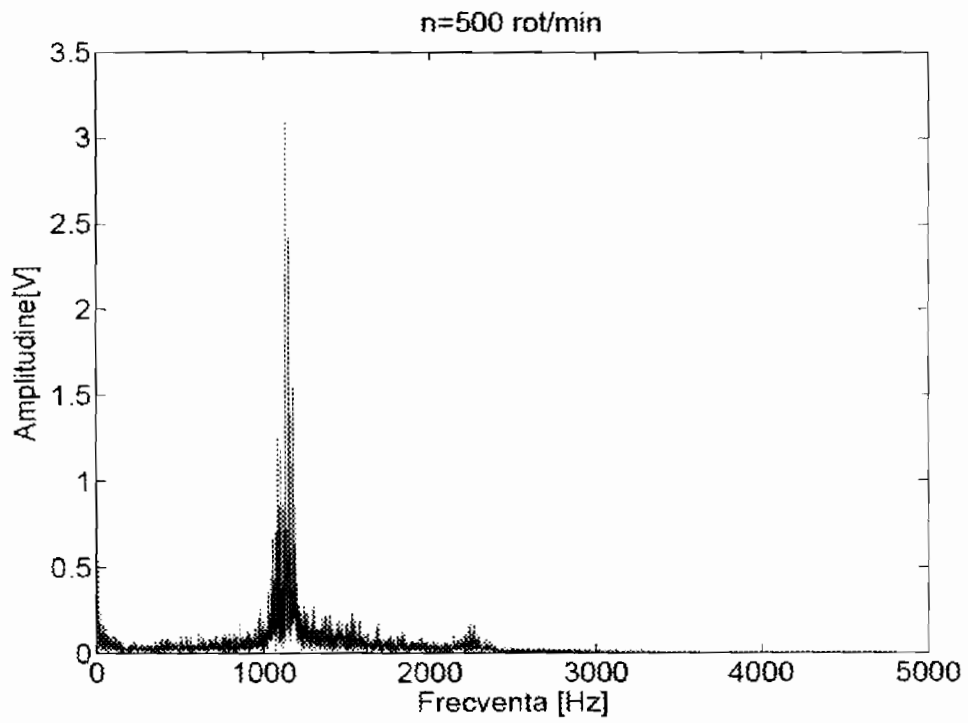


Figura 4, e

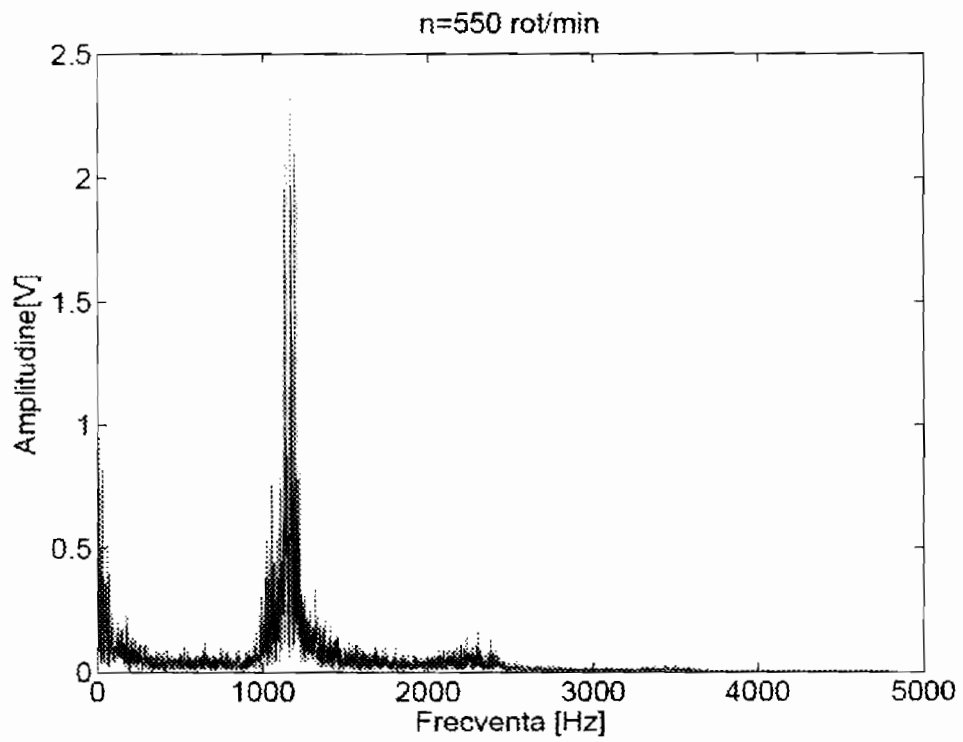


Figura 4, f

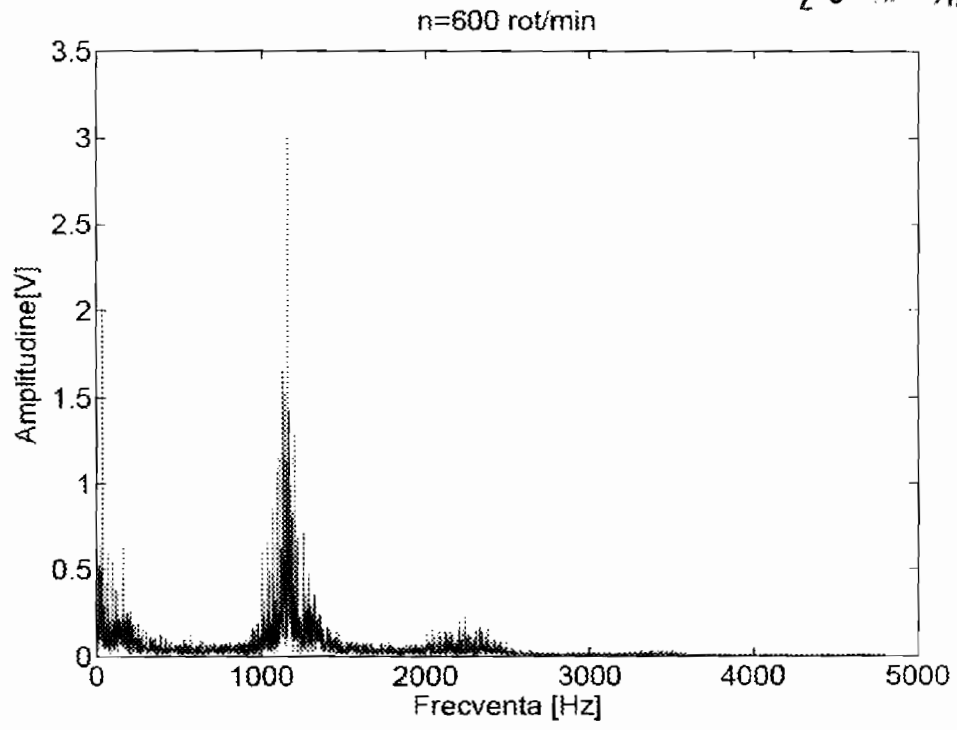


Figura 4, g

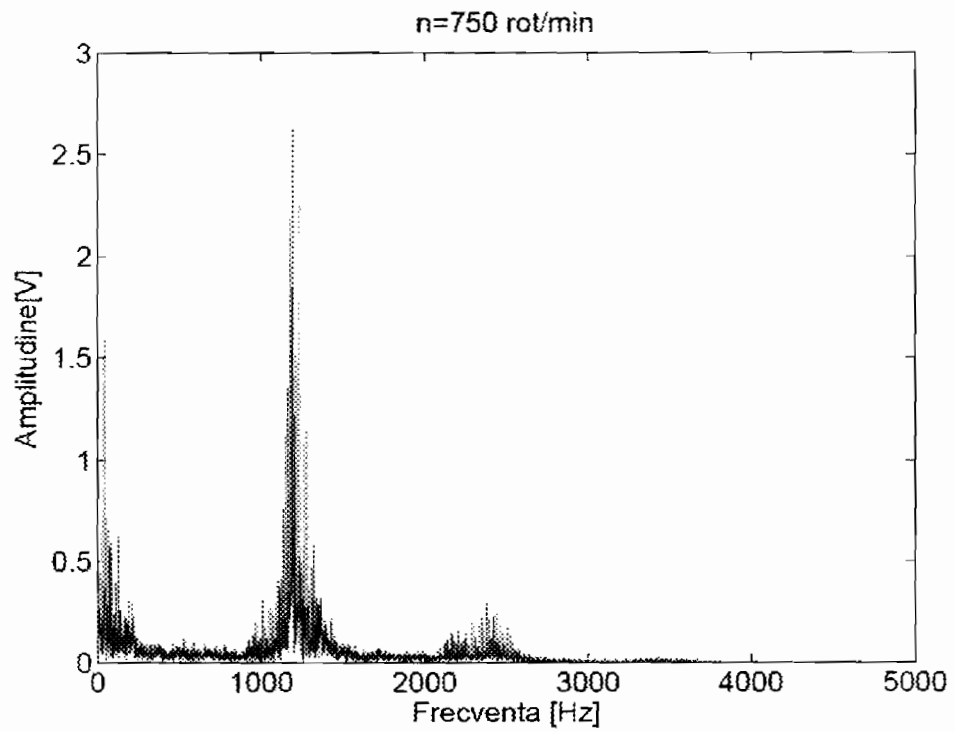


Figura 4, h

n=800 rot/min

26-03-2009

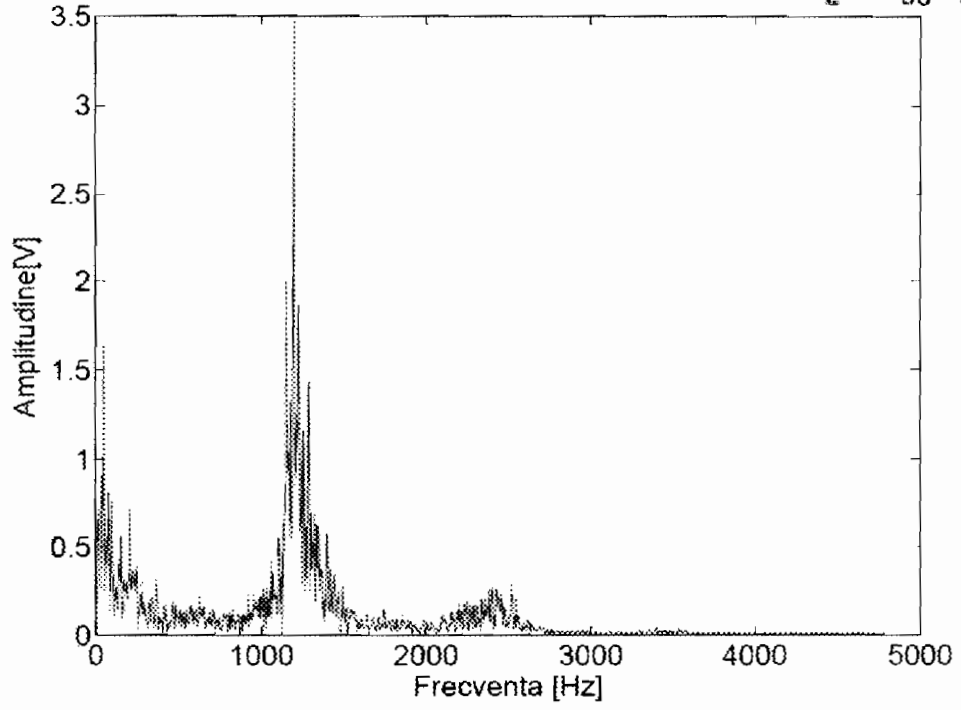


Figura 4, i

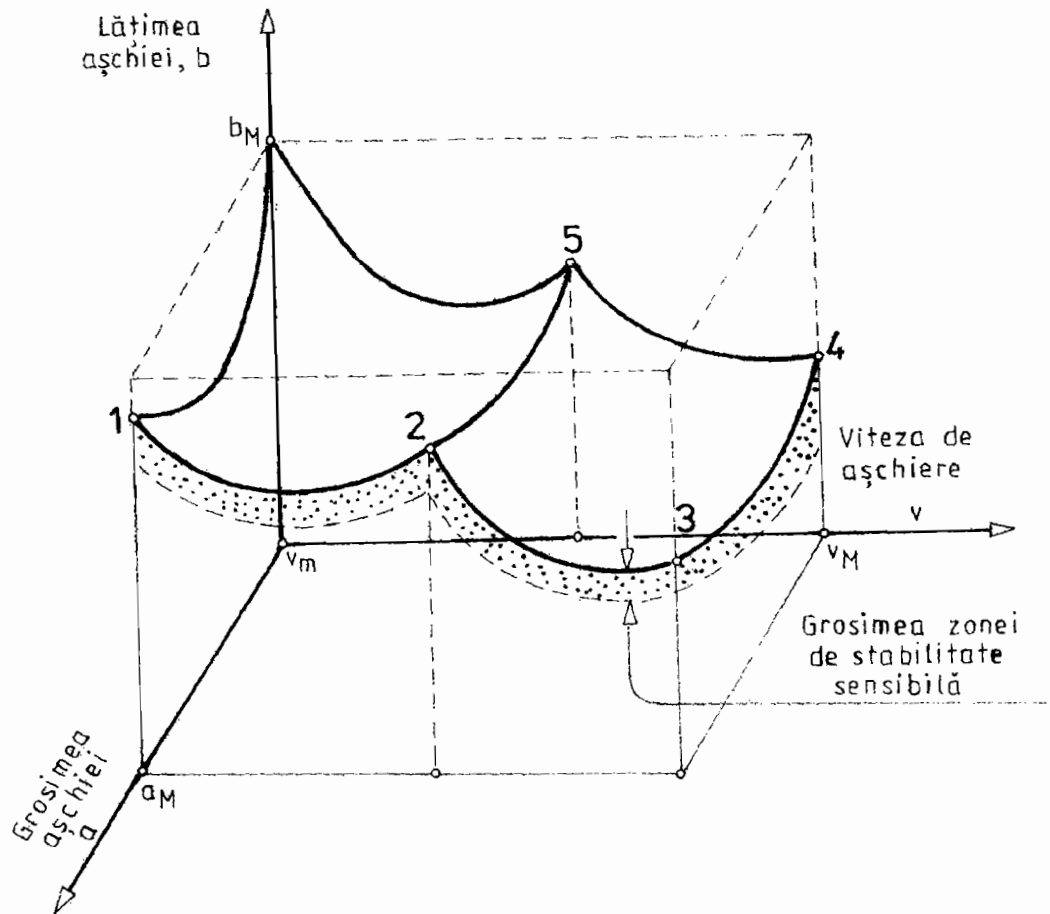


Figura 5

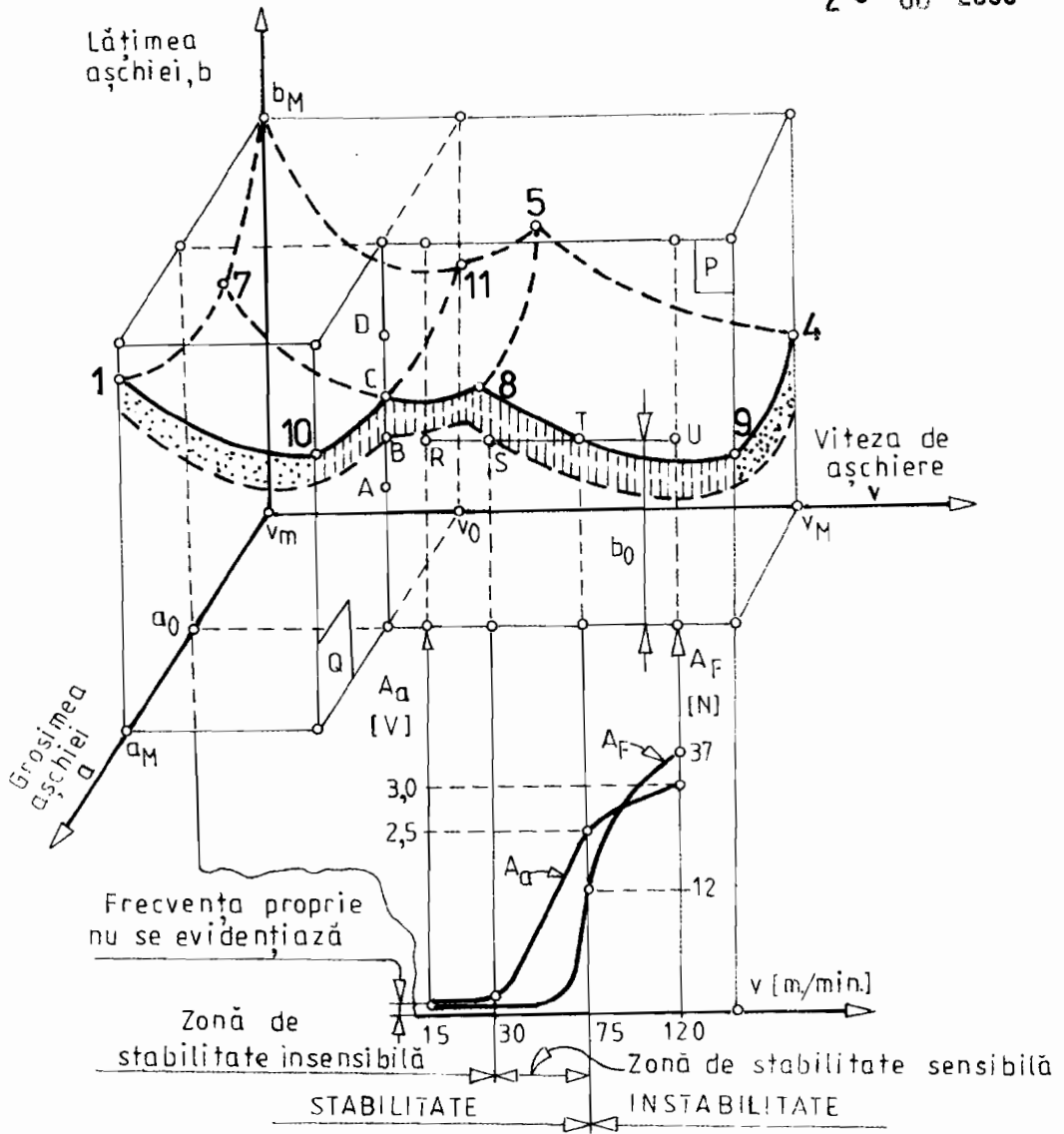


Figura 6

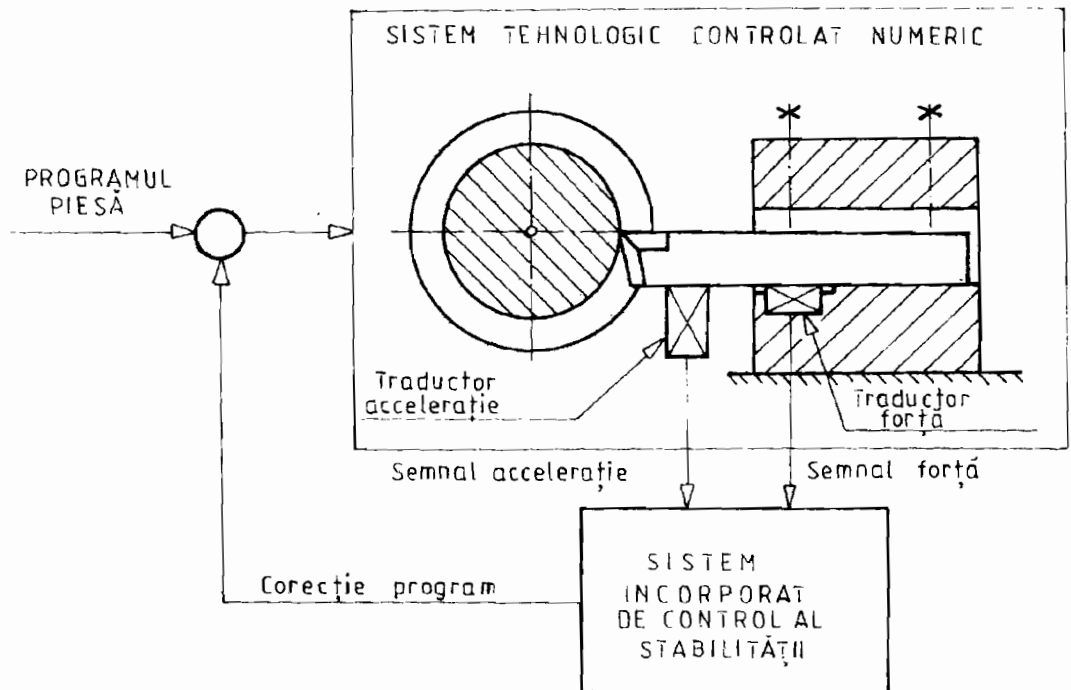


Figura 7