



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01394**

(22) Data de depozit: **13/12/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/09/2017** BOPI nr. **9/2017**

(41) Data publicării cererii:
28/06/2013 BOPI nr. **6/2013**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **BÎȘU CLAUDIU FLORINEL,
COMUNA ULMENI, CL, RO;**

• **ZAPCIU MIRON,
STR.PICTOR ȘTEFAN DIMITRESCU NR.11,
BL.11, SC.1, AP.15, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 19853756 C1

(54) **DISPOZITIV PENTRU DETERMINAREA CENTRULUI
DE RIGIDITATE LA MAȘINILE DE FREZAT ȘI METODĂ
DE DETERMINARE A CENTRULUI DE RIGIDITATE**



RO 128493 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv de determinare a centrului de rigiditate la mașinile
de frezat, și la o metodă de determinare a centrului de rigiditate.

3 Sistemul se aplică în domeniul mașinilor-unelte, și se bazează pe măsurarea și prelu-
crarea matematică de date, în scopul determinării tridimensionale a centrului de rigiditate la
5 mașinile de frezat. Este cunoscută realizarea unor metode de determinare și evaluare a rigi-
dității la mașini-unelte, atât din punct de vedere static, cât și dinamic, folosind metoda de
7 identificare a frecvențelor proprii, prin testarea la impact a elementelor mașinii-unelte:
US 7198908 B2, US 8770037 B2. Pentru verificarea acestor frecvențe, sunt necesare teste
9 cu prelevarea frecvențelor în timpul funcționării, ceea ce face ca determinarea să fie realizată
în două etape. Caracteristica de rigiditate este obținută prin intermediul aplicării funcției de
11 transfer asupra forței generate la impact, și a răspunsului în frecvență dat de unul sau mai
multe accelerometre fixate pe elementul sau elementele supuse măsurării. Dezavantajul
13 soluțiilor existente rezidă în lipsa determinării rigidității globale cu caracter tridimensional, și
a localizării acesteia.

15 Se mai cunoaște, din Teza de Doctorat **“Cercetări teoretice și experimentale
privind erorile de prelucrare cauzate de rigiditatea scăzută a sistemului tehnologic la
17 strunjire”- Boca Mihai, Editura Politehnum 2011**, o metodă pentru determinarea rigidității
atât sub aspect static, cât și dinamic. Pentru calcularea rigidității, se folosește un instrument
19 indicator de tip comparator, pentru determinarea deformațiilor elastice provocate prin aplica-
rea unei forțe din ce în ce mai mare. Pe baza cunoașterii forțelor și deformațiilor specifice,
21 pot fi trasate curbele de rigiditate.

Mai este cunoscut, din documentul **DE 19853756 C1**, un dispozitiv de poziționare
23 pentru mașinile-unelte de precizie, având o ghidare lineară a componentelor mașinii. Dispozi-
tivul de poziționare are 3 elemente de poziționare separate, care acționează asupra com-
25 ponentei mașinii, în diferite puncte, fiecare prezentând o variație de lungime liniară într-o
direcție de lucru. Ghidarea paralelă a componentelor mașinii în raport cu o a doua compo-
27 nentă a mașinii este asigurată de rigiditatea torsională a cel puțin 2 dintre elementele de
poziționare, și de mișcarea de pivotare limitată, permisă de suporturile de pivot pentru
29 elementele de poziționare.

Documentul **RU 2581746 C1** se referă la o metodă de determinare a rigidității, care
31 folosește o forță de presare prestabilită F pe suprafețele de contact ale pieselor cu anumite
constante elastice ale materialelor. Se calculează deformarea plastică în zona de contact,
33 cu ajutorul căreia, prin ecuații matematice, se calculează coeficientul de rigiditate normală
a contactului elastic-plastic la piese.

35 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în localizarea tridimensională a
centrului de rigiditate al ansamblului mașină-unealtă/sculă/piesă, pentru reglarea și optima-
37 zarea parametrilor de așchiere.

Dispozitivul de determinare a centrului de rigiditate la mașinile de frezat conform
39 invenției elimină dezavantajele dispozitivelor cunoscute prin aceea că este alcătuit din trei
perechi de traductoare de deplasare uniaxiale, dispuse fiecare în direcțiile x , y , z și plasate
41 în contact cu un reper măsurabil, traductoarele fiecărei perechi fiind fixate prin câte un suport
la o aceeași distanță între ele, și un traductor de forță poziționat succesiv pe fiecare direcție,
43 prin intermediul unui suport de fixare, astfel încât, atunci când se aplică o încercare de forță
pe direcția măsurată prin traductorul de forță, se obțin deplasările și rotațiile sistemului măsu-
45 rat, semnalele emise de traductoare fiind transmise la o placă de achiziție, și apoi la un
calculator, pentru localizarea tridimensională a centrului de rigiditate.

47 Metoda de determinare a centrului de rigiditate, conform invenției, elimină dezavan-
tajele metodelor cunoscute prin aceea că va conține etapele următoare:

49 - dispunerea perechilor de traductoare de deplasare uniaxiale pe fiecare axă x , y , z ;

RO 128493 B1

- poziționarea succesivă a unui traductor de forță pe fiecare axă x, y, z astfel încât să determine un vector de forță pe fiecare dintre axe;	1
- conectarea traductoarelor la o placă de recepționare a semnalelor eșantion;	3
- aplicarea unei încărcări de forță pe fiecare direcție;	5
- localizarea punctului de intersecție al vectorilor de deplasare generați în urma aplicării încărcării de forță pe direcția măsurată, iar intersecția dintre cei doi vectori de deplasare definește un plan pe fiecare axă măsurată;	7
- calcularea coordonatele centrului de rigiditate ale punctului de intersecție al perpendicularelor la planele definite în etapa anterioară.	9
Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:	
- localizarea centrului de rigiditate;	11
- identificarea rigidităților pe cele trei direcții ale ansamblului mașină-unealtă/sculă/piesă;	13
- posibilitatea de reglare și optimizare a traiectoriilor și a parametrilor de așchiere în funcție de poziția centrului de rigiditate;	15
- obținerea unui grad ridicat de stabilitate;	17
- creșterea calității suprafețelor pieselor prin obținerea unei precizii ridicate de prelucrare;	17
- mărirea duratei de viață a sculei și a elementelor mașinii.	19
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, cu referire la fig. 1...6, ce reprezintă:	21
- fig. 1, dispozitiv de măsurare cu traductoare de deplasare și forță;	23
- fig. 2, schemă de măsurare;	23
- fig. 3, configurația sistemului în planul xy;	25
- fig. 4, configurația sistemului în planul yz;	25
- fig. 5, configurația sistemului în planul xz;	27
- fig. 6, determinarea centrului de rigiditate tridimensional.	27
Prelucrarea prin așchiere în condiții de stabilitate dinamică maximă necesită identificarea și localizarea tridimensională a centrului de rigiditate a mașinii-unelte.	29
Cunoașterea poziției centrului de rigiditate al sistemului de prelucrare mașină-unealtă/sculă/piesă este indispensabilă atât în aplicațiile industriale, cât și în cercetarea mașinilor-unelte și a procesului de așchiere. Importanța localizării tridimensionale a centrului de rigiditate este impusă de condițiile de stabilitate maximă pe care acesta le oferă în timpul prelucrării. Pe direcția centrului de rigiditate deplasările și deformațiile sistemului sunt minime, iar poziționarea piesei și orientarea traiectoriilor de prelucrare în timpul procesului de așchiere se realizează în funcție de aceste condiții.	31
Dispozitivul propus presupune utilizarea unui protocol experimental, alcătuit din șase traductoare de deplasare uniaxiale, și un traductor de forță uniaxial. Configurația de poziționare a acestor instrumente de măsură este realizată astfel încât la o încărcare de forță, obținută prin traductorul de forță, să obținem deplasările și rotațiile sistemului măsurat. Aceste traductoare sunt cuplate la o placă de achiziție capabilă să achiziționeze semnalele în milivolți date de traductoare, și să le transfere către calculator. Un algoritm de calcul este utilizat pentru determinarea matricei globale de rigiditate. Pentru fiecare exercitare de forță se obține deplasarea sistemului măsurat pe cele trei direcții x, y, z, obținându-se câte un plan de deplasare echivalent fiecărei direcții. Prin intersecția normalelor la aceste plane de deplasare se obține locul geometric al centrului de rigiditate.	33
Atât în situația utilizării unui dispozitiv de prindere al sculei, cât și în situația utilizării unui dispozitiv pentru fixarea piesei, centrul de rigiditate se determină plecând de la poziția traductoarelor față de reperul măsurabil. În fig. 1 se dă un exemplu de aplicare a invenției pentru un dispozitiv de prindere 6 al piesei 1.	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

RO 128493 B1

- 1 Conform invenției, sistemul este constituit astfel:
- 2 - pe direcția x traductoarele de deplasare uniaxială **5** sunt fixate în suportul **2**;
 - 3 - pe direcția y traductoarele de deplasare uniaxială **10** sunt fixate în suportul **9**;
 - 4 - pe direcția z traductoarele de deplasare uniaxială **7** sunt fixate în suportul **8**.

5 Pe fiecare direcție sunt amplasate câte două traductoare de același tip, fixate prin același tip de suport, astfel încât să se respecte distanța **a** dintre ele. Traductorul de forță **4**

7 este poziționat prin intermediul suportului de fixare **3** pe fiecare direcție, x, y și z.

8 Se impune o precizie minimă de măsurare de $\pm 0,1 \mu\text{m}$ pentru traductoarele de deplasare, și $\pm 0,5 \text{ N}$ pentru traductorul de forță. Traductoarele de deplasare **5** sunt amplasate pe

9 fiecare direcție în așa fel încât să măsoare atât deplasarea uniaxială, cât și rotația în jurul

11 axei de măsură. Atât traductorul de forță, cât și traductoarele de deplasare sunt legate la o

12 placă de achiziție care să poată achiziționa semnale cu eșantionare de minimum

13 30000 samples/s, fiind mai departe transmise la un program de calcul aflat pe un calculator

14 (fig. 2).

15 Metoda de calcul utilizată pentru determinarea centrului de rigiditate constă în

16 localizarea punctului de intersecție al vectorilor de deplasare generați în urma aplicării unei

17 încărcări de forță pe direcția respectivă. Cei doi vectori și punctul de intersecție definesc un

18 plan și, astfel, se determină pe fiecare direcție de încărcare x, y și z câte un plan, definind

19 în final 3 plane de deplasări corespunzătoare celor trei direcții. Măsurătorile sunt efectuate

20 pe fiecare direcție (fig. 3, fig. 4, fig. 5) prin exercitarea de forță de către traductorul **4**. Pentru

21 fiecare direcție a sistemului dispozitiv de prindere **6**/piesa **1** sunt alese două puncte. La

22 mașina-unealtă se definește un punct de referință pe piesă și, în acest exemplu, acesta este

23 centrul piesei, notat cu **O**. În fiecare punct de măsurare a deplasării este definit un vector de

24 deplasare **D**, plecând de la coordonatele punctului în raport cu referința piesei, **O** (fig. 6).

25 Pentru determinarea coordonatelor centrului de rigiditate, se determină sistemul de

26 ecuații pe baza perpendicularelor la planele definite de intersecția corespunzătoare a vectorilor

27 de deplasare pe fiecare direcție. Centrul de rigiditate corespunde punctului de intersecție al acestor perpendiculare (fig. 6).

RO 128493 B1

Revendicări

1. Dispozitiv de determinare a centrului de rigiditate la mașinile de frezat, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din trei perechi de traductoare de deplasare uniaxiale (**5, 7, 10**), dispuse fiecare în direcțiile x, y, z și plasate în contact cu un reper măsurabil (**1, 6**), traductoarele fiecărei perechi fiind fixate prin câte un suport (**2, 8, 9**) la o aceeași distanță (**a**) între ele, și un traductor de forță (**4**) poziționat succesiv pe fiecare direcție, prin intermediul unui suport de fixare (**3**), astfel încât, atunci când se aplică o încercare de forță pe direcția măsurată prin traductorul de forță (**4**), se obțin deplasările și rotațiile sistemului măsurat, semnalele emise de traductoare fiind transmise la o placă de achiziție, și apoi la un calculator, pentru localizarea tridimensională a centrului de rigiditate. 11
2. Dispozitiv conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** reperul măsurabil este un dispozitiv (**6**) al piesei (**1**) sau al sculei mașini-unelte de prindere. 13
3. Dispozitiv conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** traductorul de forță (**4**) aplică o forță pe fiecare direcție x, y, z, determinând vectori de deplasare pe fiecare dintre direcțiile menționate, măsurați de traductoarele de deplasare (**5, 7, 10**). 15
4. Metodă de determinare a centrului de rigiditate la mașinile de frezat, utilizând dispozitivul de la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** va cuprinde etapele următoare: 17
- se dispun perechile de traductoare de deplasare uniaxiale (**5, 7, 10**) pe fiecare axă x, y, z; 19
 - se poziționează succesiv un traductor de forță (**4**) pe fiecare axă x, y, z, astfel încât să determine un vector de forță pe fiecare dintre axe; 21
 - se conectează traductoarele (**4, 5, 7, 10**) la o placă de recepționare a semnalelor eșantion; 23
 - se aplică o încărcare de forță pe fiecare direcție; 25
 - se localizează punctul de intersecție al vectorilor de deplasare generați în urma aplicării încărcării de forță pe direcția măsurată, iar intersecția dintre cei doi vectori de deplasare definește un plan pe fiecare axă măsurată; 27
 - se calculează coordonatele centrului de rigiditate ale punctului de intersecție al perpendicularelor la planele definite în etapa anterioară. 29

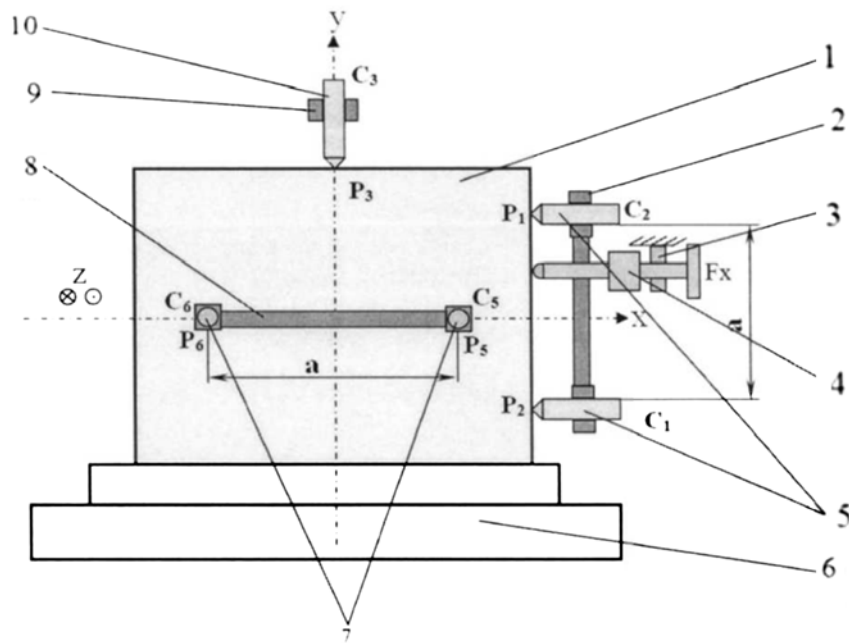


Fig. 1

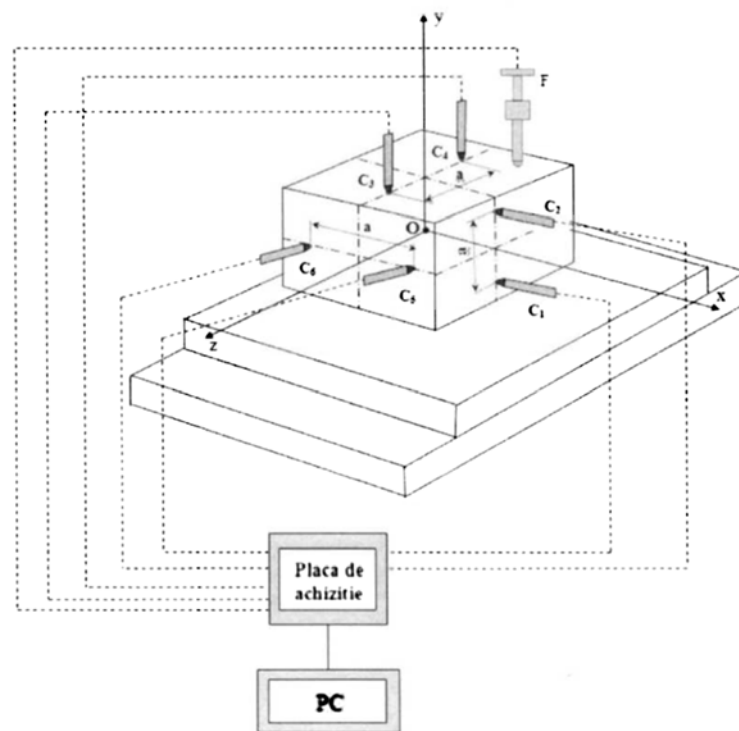


Fig. 2

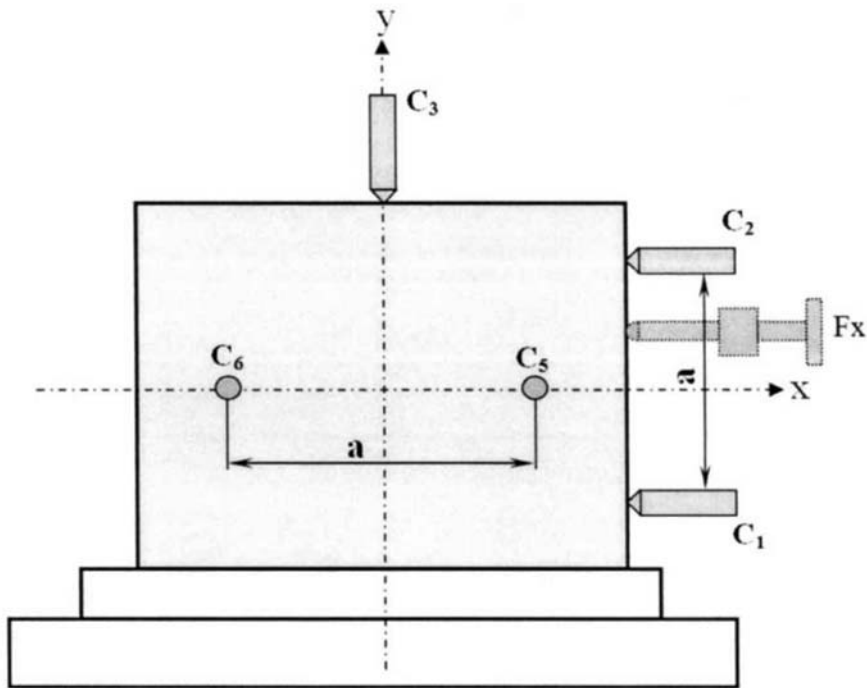


Fig. 3

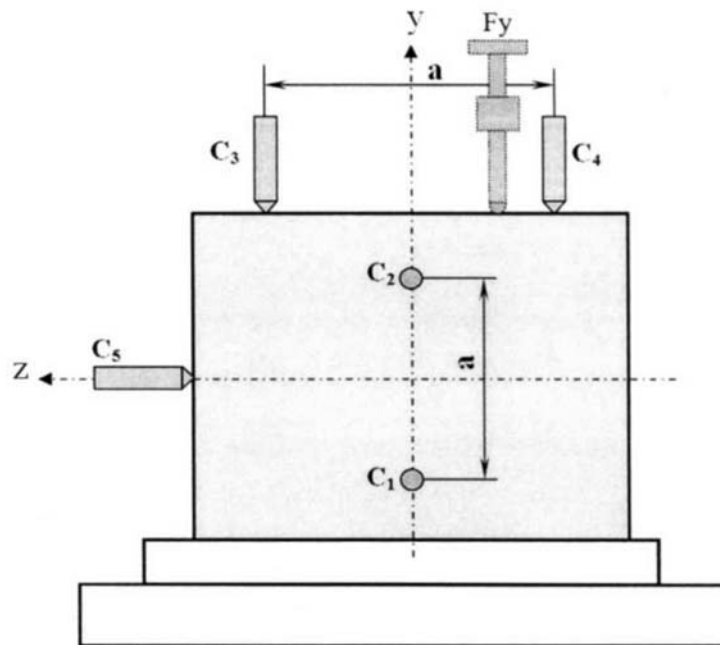


Fig. 4

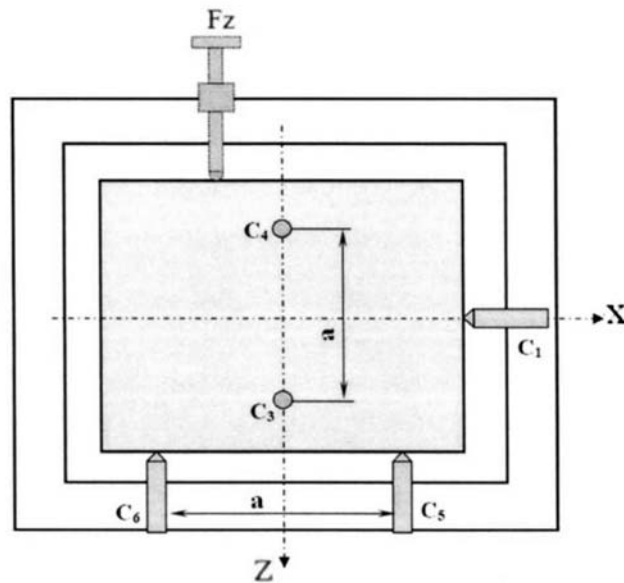


Fig. 5

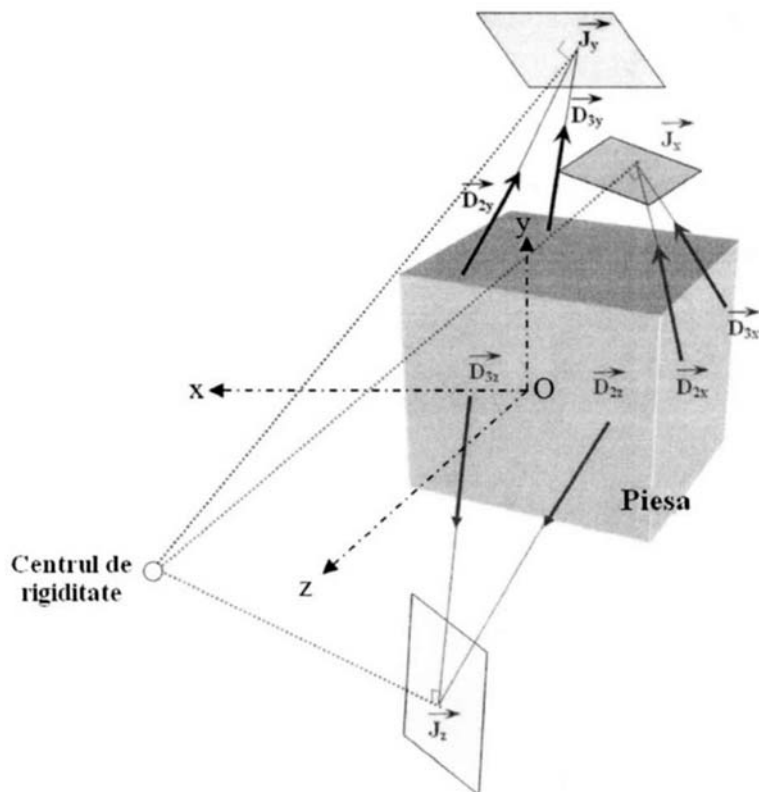


Fig. 6

