

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00921

(22) Data de depozit: 20/12/2019

(41) Data publicării cererii:
30/06/2021 BOPI nr. 6/2021

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI, STR. PROF. DR. DOC.
DIMITRIE MANGERON NR. 67, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• HABA CRISTIAN - GYOZO,
STR. RĂZOARELOR, NR. 1, BL. 957, SC. B,
ET. 2, AP. 3, IAȘI, IS, RO

(54) DISPOZITIV PENTRU DETERMINAREA
CARACTERISTICILOR DE ÎNCOVOIERE, DE RĂSUCIRE
ȘI A FRECVENȚEI DE REZONANȚĂ A UNUI OBIECT
LAMELAR ȘI METODĂ DE GENERARE A MODELELOR
DE VARIAȚIE A SARCINILOR APLICATE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv pentru determinarea caracteristicilor de încovoiere, de răsucire și a frecvenței de rezonanță a unui obiect lamelar, precum și la o metodă de generare a modelelor de variație a sarcinilor aplicate. Dispozitivul, conform invenției, este format dintr-o lamelă (1), care este fixată la un capăt într-un corp de fixare (2) și care are la celălalt capăt o piesă (3), denumită greutate variabilă, având o cavitate de umplere cu o geometrie bine determinată ce poate fi umplută cu diferite cantități de lichid, evacuarea lichidului fiind realizată printr-un tub de evacuare (5), iar alimentarea cu lichid a cavității de umplere fiind realizată cu ajutorul unei pompe (6) care preia lichidul dintr-un rezervor (7) și îl pompează printr-un tub (4) către cavitate, în care greutatea variabilă (3), tuburile de umplere (4) și de evacuare (5), pompa (6) și rezervorul de lichid (7) formează un circuit închis, dispozitivul permițând modificarea graduală, după un anumit tipar, a forței și momentului de rotație aplicat la capătul liber al lamelei (1).

Revendicări: 5
Figuri: 7

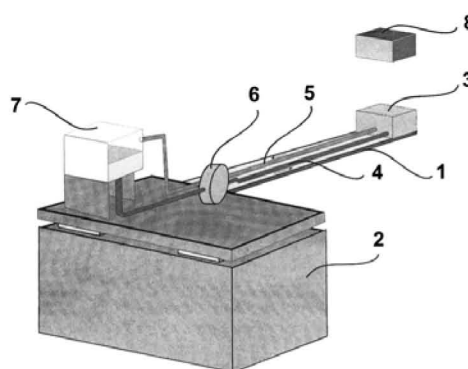
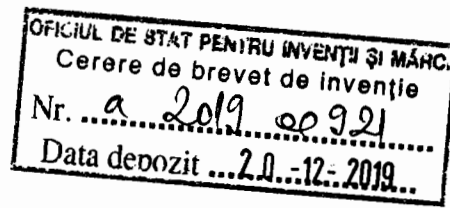


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art. 32 din Legea nr. 64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art. 23 alin. (1) - (3).





Dispozitiv pentru determinarea caracteristicilor de încovoiere, de răsucire și a frecvenței de rezonanță a unui obiect lamelar și metodă de generare a modelelor de variație a sarcinilor aplicate

Invenția se referă la un dispozitiv pentru determinarea caracteristicilor de încovoiere și răsucire și a frecvenței de rezonanță a unui obiect lamelar și în special la un ansamblu utilizat pentru testarea comportamentului la acțiuni de răsucire și încovoiere și determinarea frecvenței de rezonanță a unui obiect lamelar prin modificarea forței aplicate la unul din capete, celălalt fiind încastrat într-un dispozitiv fix, cu ajutorul unui corp a cărui greutate poate fi modificată prin introducerea de lichid în diferite cantități pe baza unui model de umplere a obiectului ce are o cavitate tubulară cu o anumită geometrie.

Atunci când o lamă este supusă unei forțe oscilante aceasta vibrează cu frecvența forței aplicate. Atunci când frecvența forței aplicate este egală cu frecvența naturală a lamei, lama atinge o amplitudine maximă a vibrațiilor, fenomen cunoscut ca fenomen de rezonanță.

Sunt cunoscute variante de aplicare a acestui fenomen pentru obținerea unor efecte de ventilație în vederea răcirii [1]. În implementarea din [1] se utilizează un electromagnet având o armătură lamelară. La funcționare, este aplicată bobinei electromagnetului o tensiune alternativă, iar armătura vibrează sub acțiunea forței electromagnetice create de bobină. Atunci când frecvența tensiunii alternative este egală cu frecvența naturală a lamei, lamela atinge o amplitudine a vibrațiilor maximă, producând astfel un flux de aer constant și direcțional de mare viteză ce generează efecte de ventilație și răcire. În [1] se prezintă astfel un sistem care să asigure obținerea frecvenței de rezonanță a lamei indiferent de schimbările ce apar datorită modificării parametrilor lamei, datorate de exemplu uzurii sau a depunerii prafului.

Alte implementări ce folosesc fenomenul piezoelectric sunt descrise în [2] și [3]. Când o tensiune este aplicată elementului piezoelectric pentru a obține oscilația capătului său liber perpendicular pe planul său la, sau aproape de rezonanță, are loc propagarea unei unde care se deplasează de-a lungul lamei pentru a genera și crea noduri la capătul distal al lamei.

Determinarea frecvenței de rezonanță și modificarea acesteia este folosită și în cazul paletelor turbinelor cu gaz. În [4] se prezintă o metodă de modificare a caracteristicilor de rezonanță la vibrații ale unei piese, metodă ce include etapele de determinare a unei frecvențe de rezonanță la vibrație a piesei de prelucrare, determinarea formei modului pentru condiția de rezonanță la vibrație menționată, localizarea unei zone pe piesă care include o curbura maximă pentru forma modului determinat și frecvența vibrației în condițiile de rezonanță. Folosind un laser se modifică zona localizată pentru a crea tensiuni de compresie reziduale în piesa de prelucrat prin care să se schimbe frecvența de rezonanță la vibrație determinată. Pentru cazul în care paletetele turbinei nu sunt din materiale feromagnetice în [5] este prezentată o metodă și un aparat pentru determinarea frecvenței de rezonanță.

Determinarea caracteristicilor de încovoiere și răsucire a unui obiect de tip lamelar având un capăt fixat rigid, presupune aplicarea unor sarcini variabile la capătul liber al corpului care să determine atât momente de rotație cât și forțe de încovoiere. De asemenea, prin modificarea sarcinilor aplicate la capătul liber se pot modifica și caracteristicile corpului lamelar, una dintre acestea fiind frecvența de rezonanță, importantă în diverse aplicații tehnice după cum s-a arătat mai sus. Una din modalitățile de modificare a sarcinilor aplicate la capătul liber al corpului lamelar este de a atașa corpuri de greutate diferite în diverse puncte în zona capătului liber. În funcție de plasarea acestora corpuri, forța gravitațională pe care acestea o exercită asupra capătului liber poate determina doar încovoierea corpului lamelar sau încovoierea și răsucirea acestuia.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea unui dispozitiv pentru determinarea caracteristicilor de încovoiere și răsucire și a frecvenței de rezonanță a unui obiect de tip lamelar având un capăt fixat rigid și unul liber, prin intermediul unui sistem ce permite modificarea graduală, după un anumit tipar, a forței și momentului de rotație aplicat la capătul liber al lamei.

Dispozitivul conform invenției este format dintr-un sistem de fixare a unuia din capetele unei lamele supuse studiului, un dispozitiv numit greutate variabilă montat la capătul liber al lamei care permite aplicarea unei forțe și a unui cuplu de rotație ce poate fi variat gradual prin injectarea unui lichid în greutatea variabilă. Injectarea se face cu ajutorul unui sistem de injecție bazat pe microcontroler ai cărui parametri de funcționare pot fi modificați de către

utilizator după un program de testare dinainte stabilit. Săgeata și unghiul de rotire la capătul liber sau frecvența de rezonanță a lamelei este determinată cu ajutorul unui sistem de măsură controlat de același microcontroler folosit pentru modificarea caracteristicilor greutății variabile.

Invenția poate fi exploatată industrial pentru realizarea unor sisteme de testare ce permit determinarea caracteristicilor de încovoiere și de răsucire sau a frecvenței de rezonanță a obiectelor de tip lamelar.

O a doua utilizare se referă la realizarea unui dispozitiv care permite aplicarea graduală și corelată a unor forțe și momente de rotație care să corespundă unui anumit tipar ce poate fi generat cu ajutorul metodei prezentate în această cerere.

Dispozitivul pentru verificarea caracteristicilor de încovoiere și de răsucire prezintă următoarele avantaje:

- posibilitatea de modificare graduală a forței și momentului de rotație aplicate unui obiect de tip lamelar;
- posibilitatea de modificare doar a forței sau a forței și momentului de rotație corelate după un anumit tipar;
- posibilitatea de determinare automată a frecvenței de rezonanță a obiectului lamelar;
- înregistrarea automată a datelor pentru tratarea caracteristicilor măsurate.

Se dă în continuare un exemplu de aplicare a invenției în legătură cu fig. 1-7 care reprezintă:

Fig.1, o vederea în perspectivă a dispozitivului pentru verificarea caracteristicilor de încovoiere și de răsucire;

Fig.2, o secțiune transversală a dispozitivului pentru verificarea caracteristicilor de încovoiere și de răsucire;

Fig.3, exemplu de model de discretizare a greutății variabile de formă cubică în subcuburi (câte patru pentru fiecare latură) și codificarea acestora;

Fig.4, diagrama logică a metodei de determinare a geometriei traseului de umplere cu lichid;

Fig.5, variante ale traseului de umplere cu lichid;

Fig.6, curbe de variație a momentului aplicat la umplerea graduală a greutății variabile;

Fig.7, greutate variabilă de formă cubică (a), un traseu de umplere cu lichid generat (b) și cavitatea tubulară creată pe baza traseului de umplere (c).

Dispozitivul pentru verificarea caracteristicilor de încovoiere și de răsucire, conform invenției este constituit dintr-o lamelă 1 care este fixată la un capăt într-un corp de fixare 2 și care are la celălalt capăt o piesă 3, denumită greutate variabilă ce poate fi umplută cu lichid ca urmare a faptului că are o cavitate de umplere de o formă bine determinată. Umplerea se realizează prin intermediul unui tub de umplere 4. Evacuarea lichidului se realizează cu un tub de evacuare 5. Alimentarea cu lichid se realizează cu ajutorul unei pompe 6 care preia lichidul dintr-un rezervor de lichid 7. Greutatea variabilă 3, tuburile de umplere 4 și de evacuare 5, pompa 6 și rezervorul de lichid 7 formează un circuit închis pentru circulația lichidului de umplere. Un sistem de măsură 8 permite măsurarea mărimea încovoierii, unghiul de răsucire sau frecvența de rezonanță a obiectului lamelar.

Greutatea variabilă poate avea orice formă, dar pentru cazurile mai simple aceasta va avea o formă paralelipipedică. Pentru determinarea modelului de umplere cu lichid, greutatea variabilă este divizată într-un număr de cuburi mai mici de aceeași mărime a căror dimensiuni sunt apropiate de diametrul cavității tubulare ce urmează a fi create în interiorul greutății variabile.

În continuare, pentru simplificarea prezentării, se consideră că greutatea variabilă este realizată sub forma unui cub. Ca urmare, aceasta va fi divizată într-un număr de subcuburi mai mici, de aceeași mărime, astfel încât să avem un număr egal de subcuburi pe fiecare latură.

Dacă latura greutății variabile este L și este împărțită în n părți egale, va rezulta o rețea de n^3 subcuburi cu latura L/n . În funcție de poziția pe care o ocupă, subcuburile pot fi împărțite în următoarele categorii:

- 8 colțuri;
- $(n-2) \times 12$ subcuburi de muchie;
- $(n-2)^2 \times 6$ subcuburi de față;
- $(n-2)^3$ subcuburi interioare.

Pentru identificarea fiecărui subcub, acestea pot fi codificate astfel încât fiecare să aibă un cod unic. În figura 3 se prezintă divizarea greutății variabile de formă cubică astfel încât să avem câte 4 cuburi pe fiecare latură și codificarea celor 64 de subcuburi rezultante.

Pentru determinarea traseului de umplere a cubului, se consideră următoarele reguli:

- diametrul tubului de umplere este mai mic decât latura subcuburilor;
- traseul de umplere pornește de pe una din fețele greutății variabile și se sfârșește pe aceeași sau pe altă față a greutății variabile;

- tubul prin care se face umplerea intră prin centrul feței unuia din subcuburi și tubul de evacuare iese prin centrul feței unuia din subcuburi, diferit de cel de intrare;
- fiecare subcub este parcurs de tubul de umplere o singură dată.

Ținând cont de aceste reguli, determinarea traseului de umplere poate fi formulată în mai multe feluri, dintre care dăm următoarele exemple:

- să determine un traseu prin mulțimea de subcuburi prin care să fie străbătute toate subcuburile, traseul având începutul în subcubul de intrare și sfârșitul în subcubul de ieșire;
- să determine un traseu prin mulțimea de subcuburi prin care să fie străbătute toate subcuburile, traseul având începutul în subcubul de intrare și sfârșitul în subcubul de ieșire și care să minimizeze o anumită funcție de cost. Ca funcții de cost putem da următoarele exemple:
 - momentul de rotație rezultat în urma umplerii să fie minim/maxim (momentul de rotație corespunzător umplerii unui subcub fiind aproximativ egal cu greutatea lichidului adăugată în subcub înmulțită cu brațul considerat față de axa de simetrie pe direcția x;
 - direcția de parcurgere să fie în adâncime/lățime/înălțime;
 - numărul de schimbări de direcție a traseului prin subcuburi să fie minim/maxim;
 - etc.

Pentru determinarea traseului de umplere se va utiliza metoda ce cuprinde următorii pași:

1. se enumeră cele n^3 subcuburi;
2. se marchează subcubul de intrare;
3. se stabilește ca fiind subcubul curent subcubul de intrare;
4. se repetă pentru subcubul curent pașii:
 - se marchează subcubul curent ca fiind parcurs;
 - se adaugă subcubul curent la traseul obținut până în acest moment;
 - se determină lista de subcuburi posibile pentru continuarea traseului de umplere. Aceste subcuburi sunt din cele adiacente subcubului curent. Dimensiunea acestei liste este diferită de la un subcub la altul în funcție de:
 - tipul de subcub;
 - starea subcuburilor adiacente (au fost deja parcurse sau nu);

- din lista de subcuburi se alege noul subcub curent pe baza funcției de cost considerate. Dacă nu s-au parcurs toate subcuburile și nu poate fi ales un nou subcub, se elimină din traseu subcubul curent și se revine la subcubul anterior pentru a se explora o altă cale;
- se testează dacă noul subcub curent este cubul de ieșire și dacă da, parcurgerea se încheie. Dacă nu, se revine la pasul 4;

5. se listează traseul obținut.

Pe baza metodei prezentate mai sus, se pot determina diverse trasee de umplere care să fie realizate în interiorul greutateii variabile. Pentru fiecare traseu de umplere se poate realiza o greutate variabilă a căror caracteristici vor depinde de forma acestui traseu ce determină în mod direct modificarea greutateii acesteia și modul de distribuire a masei de lichid ce va fi injectată. În figura 5 se prezintă 4 trasee de umplere diferite pentru greutatea variabilă de formă cubică discretizată cu 4 subcuburi pe latură. Modificând greutatea variabilă 3 folosită în cadrul dispozitivului, se vor obține solicitări diferite aplicate obiectului de tip lamelar. În figura 6 se prezintă variația diferită a momentului de torsiune în cazul folosirii greutateilor variabile din figura 5.

O metodă de realizare a cavității având un traseu de umplere determinat pe baza metodei prezentate este folosind tehnologia de imprimare 3D.

Aparatul de măsură a încovoierii, unghiului de răsucire și a frecvenței de rezonanță poate fi bazat pe folosirea unor metode de măsurare optice sau electrice.

Revendicări

1. Dispozitiv pentru verificarea caracteristicilor de încovoiere și de răsucire, care în scopul determinării frecvenței de rezonanță a obiectului de tip lamelar **este caracterizat prin aceea că** este format dintr-o lamelă 1 care este fixată la un capăt într-un corp de fixare 2 și care are la celălalt capăt o piesă 3, denumită greutate variabilă ce poate fi umplută cu lichid și care are o cavitate de umplere de o formă bine determinată. Umplerea se realizează prin intermediul unui tub de umplere 4. Evacuarea lichidului se realizează cu un tub de evacuare 5. Alimentarea cu lichid se realizează cu ajutorul unei pompe 6 care preia lichidul dintr-un rezervor de lichid 7. Greutatea variabilă 3, tuburile de umplere 4 și de evacuare 5, pompa 6 și rezervorul de lichid 7 formează un circuit închis.

1. Dispozitiv care în scopul verificării caracteristicilor de încovoiere a unui obiect lamelar **este caracterizat prin aceea că** fiind realizat conform revendicării 1 permite modificarea forței aplicate la capătul liber al lamelei prin modificarea greutății piesei 3 prin injectarea lichidului în cavitatea de umplere.

2. Dispozitiv care în scopul verificării caracteristicilor de răsucire a unui obiect lamelar **este caracterizat prin aceea că** fiind realizat conform revendicării 1 permite modificarea momentului de torsiune aplicat la capătul liber al lamelei prin modificarea distribuției lichidului în interiorul piesei 3 care duce la apariția unui moment de torsiune având un sens sau altul.

3. Dispozitiv care în scopul determinării frecvenței de rezonanță a unui obiect lamelar **este caracterizat prin aceea că** fiind realizat conform revendicării 1 permite modificarea greutății aplicate la capătul liber al lamelei prin modificarea greutății piesei 3, prin injectarea lichidului în cavitatea de umplere, modificând astfel frecvența de rezonanță a acesteia.

4. Dispozitiv care în scopul determinării caracteristicilor de încovoiere și de răsucire a unui obiect de tip lamelar, **este caracterizată prin aceea că** permite modificarea simultană a forței aplicate la capătul liber al lamelei și a momentului de torsiune prin modificarea greutății piesei 3 și a distribuției masei lichidului în aceasta, prin injectarea lichidului în cavitatea de umplere.

5. Metodă care în scopul modificării greutății și repartiției masei în greutatea variabilă **este caracterizată prin aceea că** permite determinarea formei cavității de umplere de formă tubulară astfel încât să se obțină un anumit profil de modificare a forței de încovoiere și a momentului de torsiune.

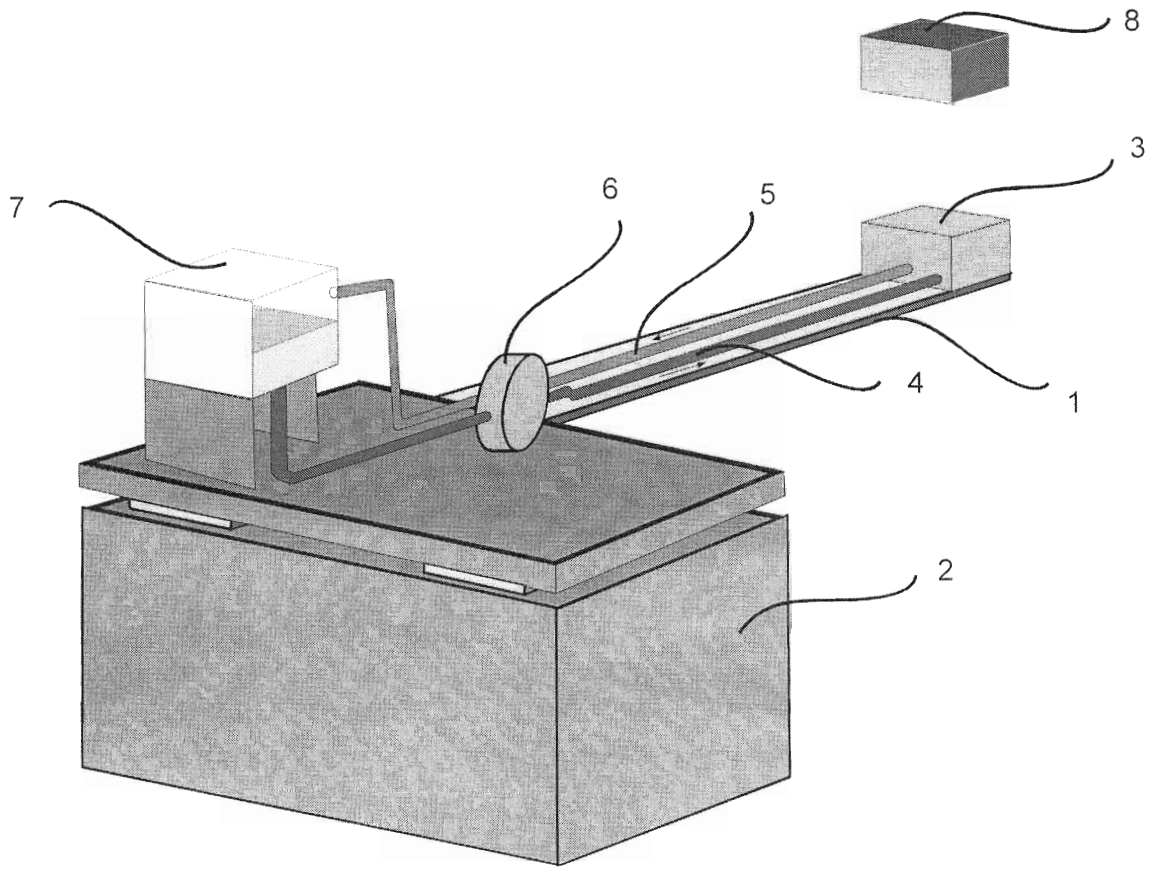


Fig. 1

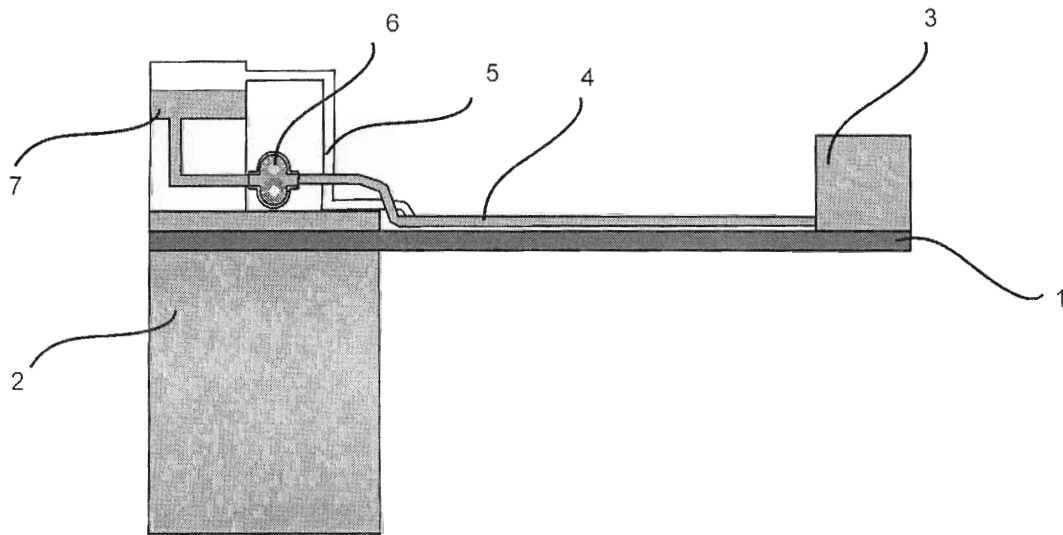


Fig. 2

		033	133	233	333		
		032	132	232	332	333	
		031	131	231	331	332	
3		030	130	230	330	331	323
							322
2		020	120	220	320	321	313
							312
1		010	110	210	310	311	303
							302
0		000	100	200	300	301	
							3
	0	1	2	3	0	1	2

Fig. 3

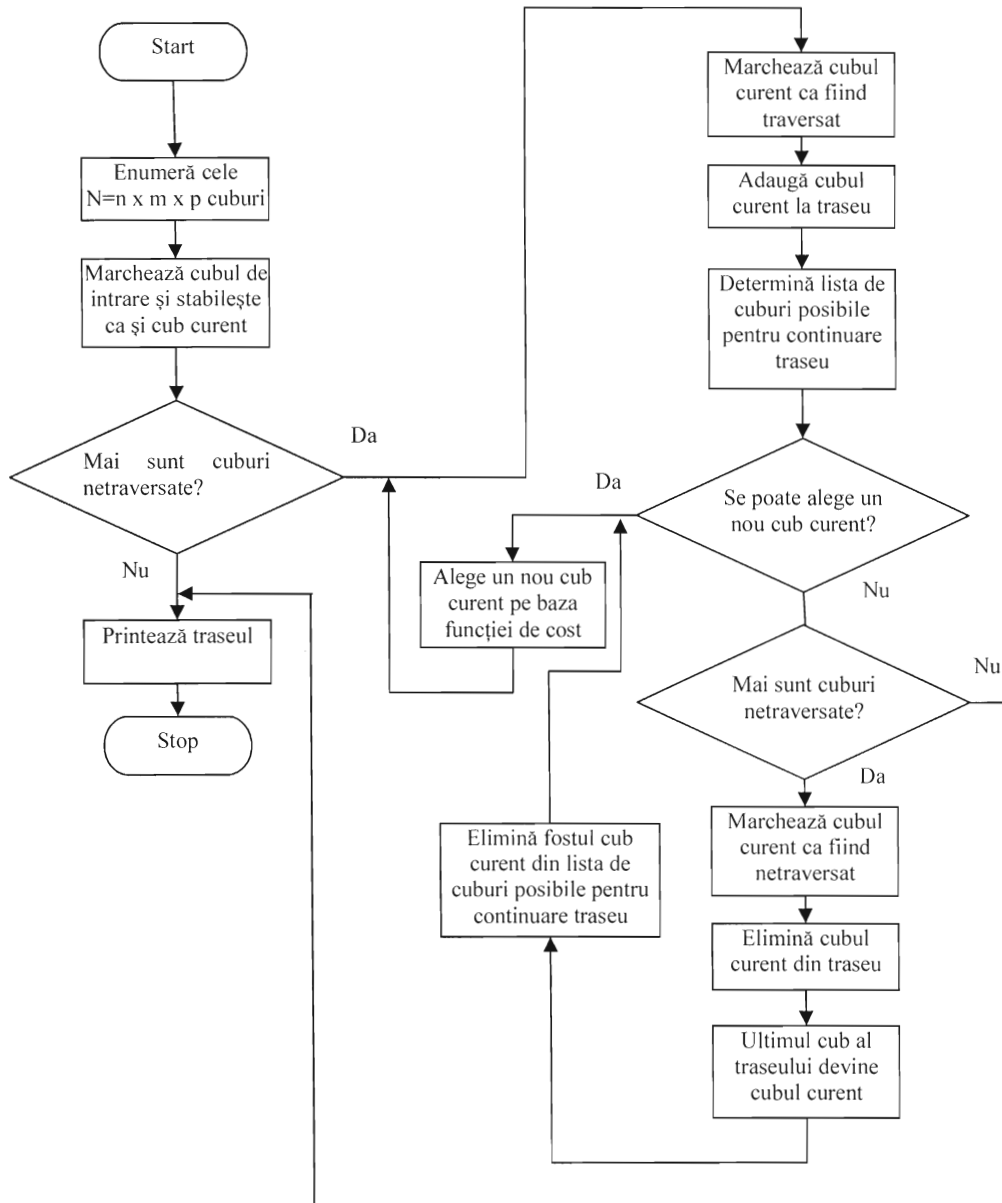


Fig. 4

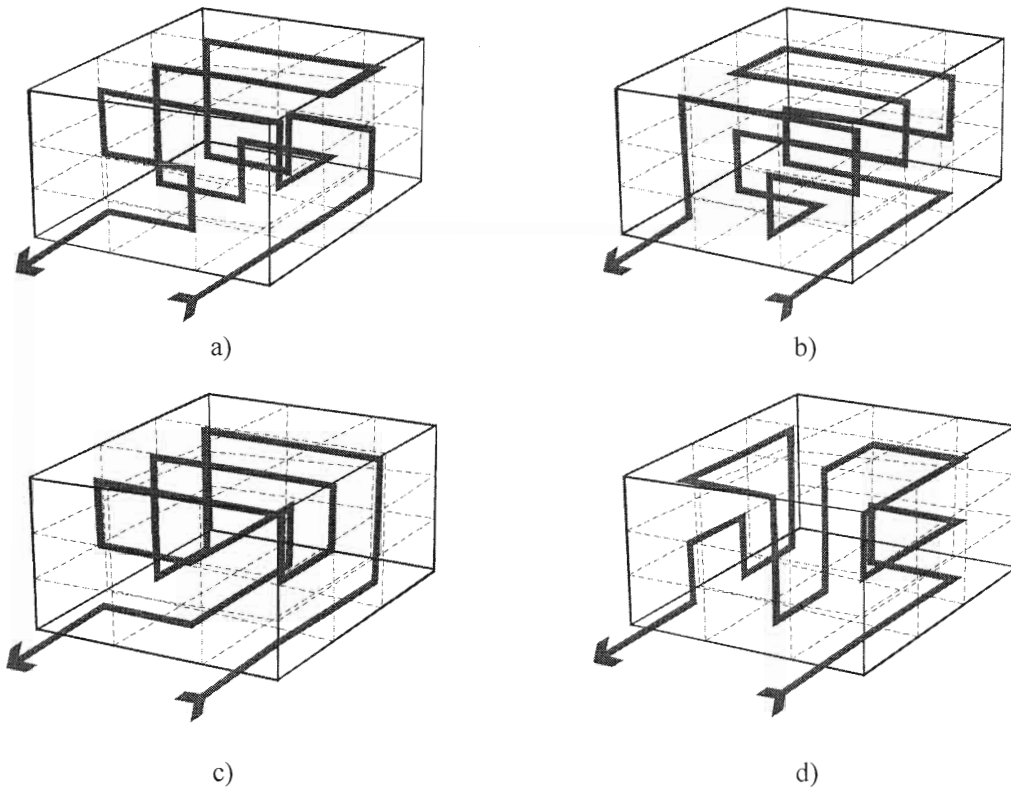


Fig. 5

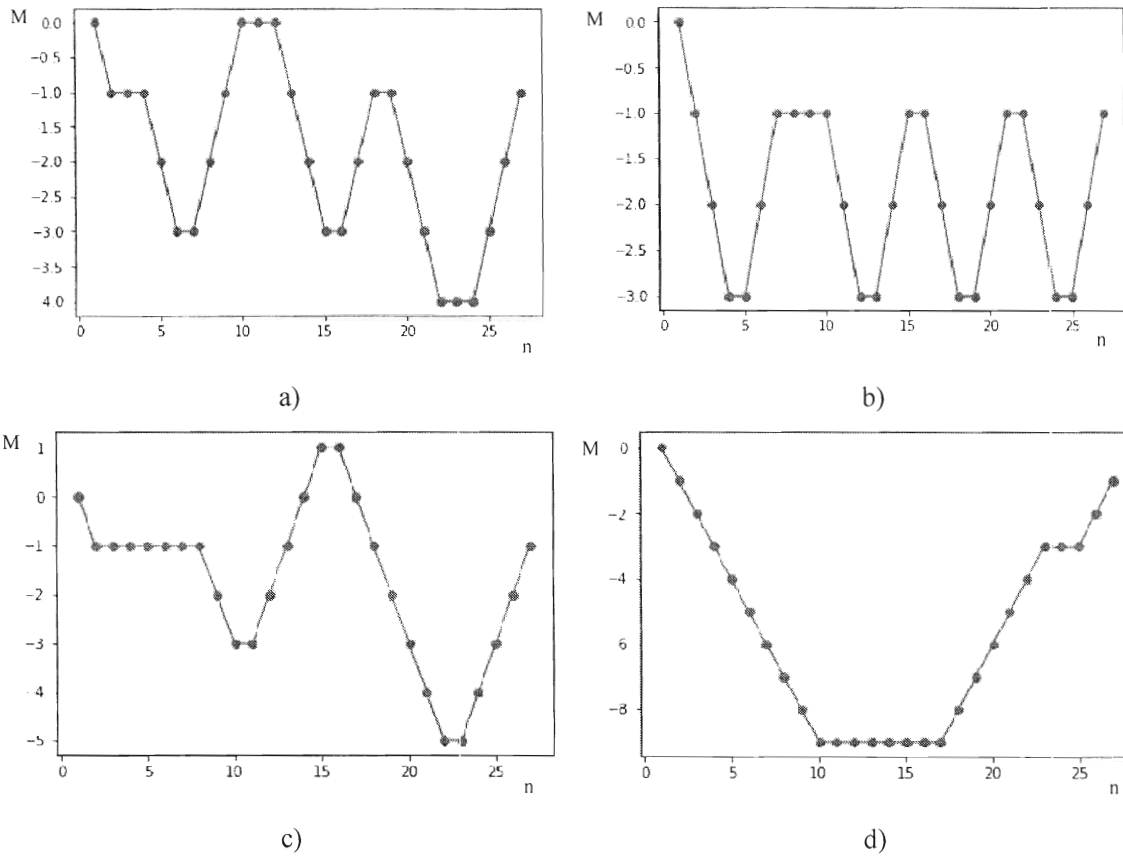


Fig. 6

3A

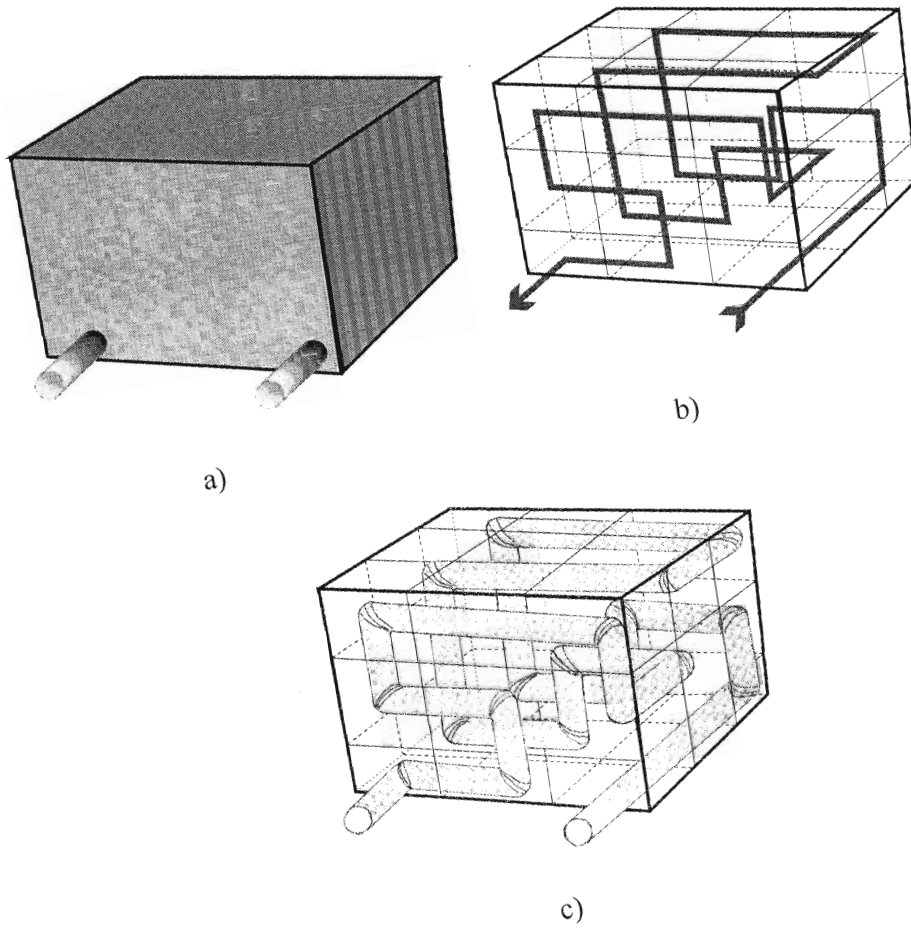


Fig. 7