



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00727**

(22) Data de depozit: **18.09.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2014** BOPI nr. **4/2014**

(41) Data publicării cererii:  
**30.07.2010** BOPI nr. **7/2010**

(73) Titular:

- INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN SUDURĂ ȘI ÎNCERCĂRI DE MATERIALE - ISIM TIMIȘOARA, BD.MIHAI VITEAZU NR.30, TIMIȘOARA, TM, RO;
- INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ TEHNICĂ - IFT IAȘI, BD.PROF.DR. DOC.DIMITRIE MANGERON NR.47, IAȘI, IS, RO;
- INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA, SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

- FARBAȘ NICOLAE,  
STR.GHEORGHE LAZĂR NR.30-32, SC.A1,  
AP.7, TIMIȘOARA, TM, RO;
- GRIMBERG RAIMOND, BD.ȚUȚORA  
NR.1, BL.V 1, SC.A, ET.9, AP.40, IAȘI, IS,  
RO;
- POPOVICI IULIU, CALEA GRIVIȚEI  
NR.403, BL.R, SC.C, ET.3, AP.16,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:

- RO 99157; RO a 2004 00524 A2;  
JPH 0587780 A; WO 0120296 A2

(54)

## SISTEM AUTOMAT DE EXAMINARE NEDISTRUCTIVĂ A ȚEVILOR DIN PLĂCI TUBULARE



# RO 125632 B1

1           Invenția se referă la un sistem automat de examinare nedistructivă a țevelor din mate-  
riale neferomagnetice, din componența echipamentelor energetice și chimice, cu ajutorul  
3 unei sonde electromagnetice, utilizând metoda curenților turbionari.

5           În scopul testării nedistructive a materialelor, este cunoscut un aparat alcătuit dintr-un  
electromagnet prevăzut cu miez de ferită și cu două bobine, plasate lângă un eșantion de  
7 material de investigat, fiecare dintre cele două bobine ale electromagnetului fiind conectate  
și de demagnetizare, și cu detectoare ale căror ieșiri sunt conectate la un dispozitiv de  
9 înregistrare.

11          Examinarea nedistructivă a țevelor are ca scop evaluarea calitativă a integrității țevelor,  
în vederea stabilirii gradului de deteriorare datorat coroziunii, prezenței cavitațiilor, oboselii  
13 materialului etc., determinarea și localizarea poziției defectelor și obținerea unor date pentru  
aprecierea cantitativă a gradului de degradare.

15          Pentru zona țevelor montate în placă tubulară, metoda de examinare nedistructivă  
este metoda curenților turbionari.

17          Principiul metodei constă în generarea de curenți turbionari în materiale conductoare  
electrice. Discontinuitățile de material și variațiile de dimensiune ale pereților modifică câmpul  
19 magnetic al bobinelor inductoare, modificări care se detectează cu ajutorul unor bobine de  
măsurare.

21          Se utilizează sonde cu mai multe bobine de magnetizare, respectiv, de măsurare a  
variațiilor în câmpul magnetic indus datorită modificărilor dimensionale sau structurale.  
23 Bobinele se introduc în interiorul țevelor și se înregistrează pentru examinare semnalele  
furnizate de la partea de recepție. Deplasarea bobinelor traductor în interiorul țevelor se face  
cu o viteză constantă.

25          Operația se poate face manual de către un operator care examinează succesiv țeavă  
după țeavă, sau automat, utilizând roboți de deplasare. Înregistrarea rezultatelor se face cu  
27 ajutorul unui PC, utilizând un software adecvat.

29          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în determinarea gradului de  
deteriorare a țevelor din materiale neferomagnetice și evidențierea defectelor.

31          Prezenta invenție rezolvă problema deteriorării țevelor prin examinării automate a  
fasciculului de țevi din plăcile tubulare ale echipamentelor, prin utilizarea unei sonde cu  
33 excitație în câmp magnetic rotitor, cu șase bobine de recepție, care permite evidențierea  
defectelor pe toată circumferința țevii examinate. Pentru localizarea defectelor semnalate în  
35 lungul țevii examinate, sonda este antrenată cu ajutorul unui mecanism de acționare,  
prevăzut cu role de antrenare, care introduc, respectiv, retrag sonda de măsurare, la o viteză  
37 constantă, reglabilă continuu. Un traductor de poziție atașat mecanismului de antrenare  
semnalează în permanență poziția momentană.

39          Scanarea succesivă a țevelor din fasciculul de țevi a plăcii tubulare se face cu ajutorul  
unui echipament de poziționare, care asigură alinierea traductorului în dreptul țevii de  
41 examinat, la începutul fiecărui ciclu de examinare. Echipamentul de poziționare permite  
deplasarea traductorului după două direcții reciproc perpendiculare (orizontală respectiv  
43 verticală). Deplasarea traductorului de la o țeava la alta se face prin acționarea electro-  
mecanică a săniilor în sensul și cu valoarea programată a deplasării.

45          Ciclurile de examinare automată sunt repetate pentru un grup de țevi a căror arie de  
amplasare poate fi acoperită prin cursele săniilor orizontale și verticale. După examinarea  
47 tuturor țevelor din aria de acționare a săniilor, echipamentul de poziționare este repositionat  
manual prin deplasare pe roțile proprii sau deplasarea ansamblului săniilor orizontale și verti-  
cale prin intermediul unui cărucior vertical, cu acționare manuală. Operațiile de examinare  
49 pentru fiecare țeavă, respectiv, operația de repositionare a echipamentului, se repetă pentru  
fiecare grup de țevi, până la finalizarea încercării tuturor țevelor plăcii tubulare.

# RO 125632 B1

|   |                      |
|---|----------------------|
| Procesul de examinare și parcurgere a țevilor unui grup de țevi se face automat. Funcționarea sistemului de examinare nedistructivă automată a țevilor este asigurată de o unitate de comandă și control, având rolul de afișare și gestionare a semnalelor furnizate de traductor, respectiv, programarea deplasărilor automate pentru parcurgerea țevilor unui fascicul.  | 1<br>3<br>5          |
| Unitatea de comandă și control constă dintr-un sistem de calcul, care conține electronica pentru generarea câmpului de excitație și achiziționarea semnalelor utile, drivere pentru comanda echipamentului de poziționare, motoarele de acționare și traductoarele de poziție ale acestora. Funcționarea unității de comandă este asigurată printr-un pachet de programe software, pentru evaluarea semnalelor și gestionarea (afișarea, salvarea și tipărirea) rezultatelor examinării, respectiv, programarea mișcărilor și controlul poziționării.                                 | 7<br>9<br>11         |
| Caracteristicile sistemului pot fi descrise mai detaliat cu ajutorul desenelor, după cum urmează.   | 13                   |
| Fig. 1 și 2 prezintă vederea principală (față), respectiv, vederea laterală a ansamblului sistemului de examinare nedistructivă automată a țevilor.   | 15                   |
| Fig. 3 reprezintă detaliul „D” din fig. 1, cu mecanismul de acționare al traductorului, împreună cu o secțiune printr-o țeavă a unei plăci tubulare, în timpul procesului de examinare.   | 17                   |
| Fig. 4 reprezintă schema bloc a unității electrice de comandă a sistemului de examinare nedistructivă.  | 19                   |
| Din punct de vedere constructiv, sistemul de examinare automată a țevilor se compune din 3 subansambluri principale:  | 21                   |
| - traductorul electromagnetic;  | 23                   |
| - echipamentul de poziționare al traductorului;   |                      |
| - unitatea de comandă și control, având la bază un sistem de calcul tip PC împreună cu software specifice de analiză și control.  | 25                   |
| Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a sistemului de examinare automată a țevilor în placă tubulară, cu referire la fig. 1, 2, 3 și 4.   | 27                   |
| Examinarea țevilor din plăcile tubulare ale instalațiilor investigate se face prin interiorul țevilor acestora. Un traductor electromagnetic 1 (fig. 2 și 3) este introdus succesiv în țevile instalației cu ajutorul unui mecanism 2 de avans, pe toată lungimea acestora, după care, în timpul retragerii - cu o viteză constantă, în funcție de performanțele sistemului - traductorul furnizează semnalul util. Între secvențele de investigare, traductorul se află retras într-un suport 3.   | 29<br>31<br>33       |
| Diametrul exterior al traductorului este ales în funcție de diametrul interior al țevilor examinate, astfel încât jocul radial să fie minim, cel admis de abaterile dimensionale și de la forma geometrică ale alezajului țevilor. Traductorul constă dintr-un corp cilindric, realizat din material plastic, în care sunt practicate locașurile bobinelor.   | 35<br>37             |
| În vederea explorării defectelor pe toată circumferința țevilor, la o singură trecere, traductorul este prevăzut cu un senzor tip „absolut” (emisie-recepție), excitat într-un câmp magnetic rotitor, furnizat de bobinele de magnetizare. Curentul trifazat de magnetizare este furnizat de un amplificator de putere, care alimentează trei bobine identice legate în stea, decalate pe circumferință la 120° în raport cu axa fizică, creându-se un câmp magnetic rotitor. Partea de recepție a bobinelor este alcătuită dintr-un șir de 6 bobine identice, legate și ele în stea. | 39<br>41<br>43<br>45 |
| În scopul obținerii unui semnal util pentru evaluarea întregii secțiuni a țevilor (adâncimi de pătrundere a câmpului magnetic), curentul de magnetizare este modulat în frecvență, acoperind o plajă de frecvențe prin intermediul unui multiplexor. Domeniul de frecvențe adoptat la realizarea sistemului de examinare a țevilor este cuprins în domeniul 1 kHz...2,5 MHz. Semnalele culese sunt demultiplexate și convertite în semnal digital, cu o precizie de 12 biți, în vederea procesării software, prin intermediul unei cartele de extensie ISA.                           | 47<br>49<br>51       |

# RO 125632 B1

1 Traductorul este prevăzut cu un cordon electric semirigid, care conține conductoarele  
de alimentare și cele pentru preluarea semnalelor furnizate de bobinele de măsurare.

3 Cordonul servește și la antrenarea traductorului în lungul țevii de examinat, cu  
ajutorul unui mecanism de antrenare cu role. Mecanismul 2 de acționare al traductorului se  
5 află fixat pe o consolă 5 (fig. 1), montată pe sania verticală 6, a sistemului de examinare.

7 Mecanismul 2 de acționare constă din patru role de antrenare 7, acționate simultan  
prin intermediul unui motor-reductor 8, alimentat în curent continuu la o turație reglabilă.

9 Toate rolele 7 de acționare sunt prevăzute cu roți dințate 9, fixate solidar cu acestea  
și antrenate prin intermediul pinionului 10, montat pe arborele de ieșire al motor-reductorului.  
11 Cele două role superioare sunt montate pe câte un cadru oscilant 11, fiind apăsate pe cele  
inferioare, prin intermediul cordonului, cu ajutorul unui mecanism de tensionare 12, prin inter-  
13 mediul unui arc elicoidal de compresiune. Forța de apăsare necesară antrenării fără alunecare  
a cordonului, se reglează cu ajutorul unui buton de reglare 13, prin înșurubarea  
acestuia pe tija de tensionare 14, a mecanismului.

15 Traductorul 1 este antrenat în mișcarea de translație, cu o viteză egală cu viteza  
periferică a roților de antrenare. Pentru o antrenare sigură, fără alunecare, rolele sunt  
17 profilate corespunzător cu forma și dimensiunile cablului de alimentare a traductorului.

19 După terminarea scanării unei țevi pe toată lungimea de examinat, traductorul 1 este  
deplasat, într-un plan paralel cu planul plăcii tubulare, în dreptul unei țevi vecine, neexplorată  
încă.

21 Această deplasare este asigurată prin acționarea uneia sau a ambelor sănii, în  
direcțiile verticală 6, respectiv, orizontală 15, asamblate prin două plăci de montaj 16 și 17,  
23 pentru a forma o masă în coordonate.

25 Ambele sănii 6 și 15 au corpul realizat dintr-un profil extrudat din aluminiu, prevăzut  
cu canale T longitudinale, cu posibilități de montaj multiple. Sunt prevăzute cu câte două  
27 ghidaje cilindrice pe care alunecă o masă mobilă prevăzută cu patru bucșe cu bile recircu-  
labile. Acționarea săniilor se face electromecanic, cu ajutorul unui motor electric de curent  
29 continuu, prin cuplarea axului motorului printr-o transmisie cu curea dințată, la capătul unui  
mecanism șurub-piuliță, de asemenea cu bile recirculabile.

31 Motoarele de acționare a săniilor sunt prevăzute cu traductoare incrementale de  
poziție și frână electromagnetică.

33 Pentru lărgirea ariei de acoperire al celor două sănii 6 și 15, ansamblul acestora este  
montat pe un cărucior vertical 18, cu ajutorul unei plăci intermediare 19, astfel încât zona de  
35 acoperire poate fi translatată pe direcție verticală, printr-o poziționare rapidă, executată  
manual.

37 Căruciorul vertical 18 constă dintr-un profil extrudat din aluminiu, pe care sunt fixate  
o pereche de ghidaje de secțiune rotundă care permit glisarea unei mese mobile, prin  
intermediul a patru bucșe cu bile recirculabile.

39 Căruciorul se află montat pe o coloană 20, constituită din patru stâlpi identici, din  
profiluri de aluminiu, legați la capete printr-o placă inferioară, respectiv, superioară.

41 Placa inferioară a coloanei 20 se sprijină pe un cadru 24, care servește la deplasarea  
rapidă și poziționarea sistemului față de țevile de examinat ale plăcii tubulare.

43 În acest scop, cadrul 24 este constituit din profiluri longitudinale 25 și transversale 26,  
fiind susținut, după caz, pe patru roți pivotante 27 de rulare, prevăzute cu frână, în timpul  
45 deplasării, respectiv, de patru tampoane de sprijin 28, cu talpă de cauciuc, acționate manual  
prin înșurubare, pentru fixarea în poziția de lucru a sistemului de examinat, în timpul  
47 examinării țevilor.

# RO 125632 B1

Subansamblurile mobile ale echipamentului de examinare, formate din masa căruciorului **18**, cele două sănii, verticală **6** și orizontală **15**, consola **5**, mecanismul de avans **2**, împreună cu traductorul **1**, sunt susținute - în echilibru - printr-un sistem de echilibrare cu contragreutăți **29**. 1  
3

Sistemul de echilibrare constă din contragreutățile **30**, realizate sub forma unor calupuri din oțel, montate într-o colivie **31**, realizată din bare de oțel. Colivia este legată de placa intermediară **19**, cu ajutorul unui cablu flexibil **32**, prin două ramuri de cablu, paralele. Cablul flexibil **32** este susținut în partea superioară a coloanei prin patru role de susținere **33**, care sunt fixate pe placa superioară a coloanei **20**, prin intermediul unor suporturi **34**. Lega-rea cablului la placa intermediară se face prin intermediul unei role de echilibrare **35**, pentru egalizarea tensiunilor din cele două ramuri ale cablului. În mișcarea lor, contragreutățile sunt ghidate de cei patru stâlpi ai coloanei. 5  
7  
9  
11

Unitatea de comandă și control a sistemului de examinare automată, conform fig. 4, cuprinde o unitate de calcul, realizată sub forma unui calculator personal (poz. **36**, fig. 1 și 2), dotat cu monitor, tastatură, mouse, sistem de operare și o serie de cartele de extensie, racordate la magistrala sistemului de calcul: generatorul de funcții sinusoidale, pentru gene-rarea semnalelor trifazate de magnetizare, în domeniul de frecvențe 1 kHz...2,5 MHz, placa de prelucrare electronică a semnalelor induse de curenții turbionari pentru calibrarea (demodulare, atenuare, conversie A/D) și reprezentarea în coordonate polare de fază și amplitudine, placa de achiziții de date cu amplificare și eșantionare programabilă, trei unități de comandă pentru acționarea mecanismului de avans al traductorului, respectiv, deplasarea celor două sănii de poziționare (verticală și orizontală), precum și o serie de circuite auxiliare de alimentare, amplificare, multiplexare/demultiplexarea semnalelor etc. Carcasa calculatorului **37** și dulapul aparaturii electrice **38** sunt montate pe o masă de lucru **39**, atașată mobil, prin cabluri flexibile, de echipamentul de poziționare al sistemului de examinare. 13  
15  
17  
19  
21  
23  
25

# RO 125632 B1

1

## Revendicare

3

Sistem automat de examinare nedistructivă a țevilor din plăci tubulare, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un traductor (1) electromagnetic, realizat din material plastic, prevăzut cu bobine de emisie și recepție, excitate în câmp magnetic rotitor, cu o tensiune trifazată modulată în frecvență în domeniul 1 kHz...2,5 MHz, care se deplasează în lungul unei țevi de examinat cu ajutorul unui mecanism de avans (2) prevăzut cu patru role (7) de acționare, antrenate cu ajutorul unui motor-reductor (8), deplasarea traductorului (1) de la o țevă la alta fiind asigurată de un subansamblu mobil, alcătuit din două sănii (6 și 15) cu deplasare pe direcție verticală și, respectiv, orizontală, montate pe un cărucior (18) vertical care, la rândul lui, este montat pe o coloană (20) care se sprijină pe un cadru (24) ce este susținut în timpul deplasării de patru roți (27) pivotante de rulare, în timp ce, pentru fixarea în poziție de lucru, este prevăzut cu patru tampoane (28) de sprijin, subansamblul mobil fiind menținut în poziție de echilibru printr-un subsistem (29) de echilibrare cu contragreutăți, procesul de examinare a țevilor fiind făcut în mod automat, prin intermediul unei unități de comandă și control, alcătuită dintr-un sistem de calcul (36) ce conține electronica pentru generarea câmpului de excitație și achiziționarea semnalelor utile, drivere pentru comanda echipamentului de poziționare a traductorului (1), precum și un pachet de programe software, pentru evaluarea semnalelor, gestionarea rezultatelor examinării, programarea mișcărilor și controlul poziționării.

5

7

9

11

13

15

17

19

(51) Int.Cl.

G01N 27/87 (2006.01);

G01N 17/00 (2006.01);

F16L 55/26 (2006.01)

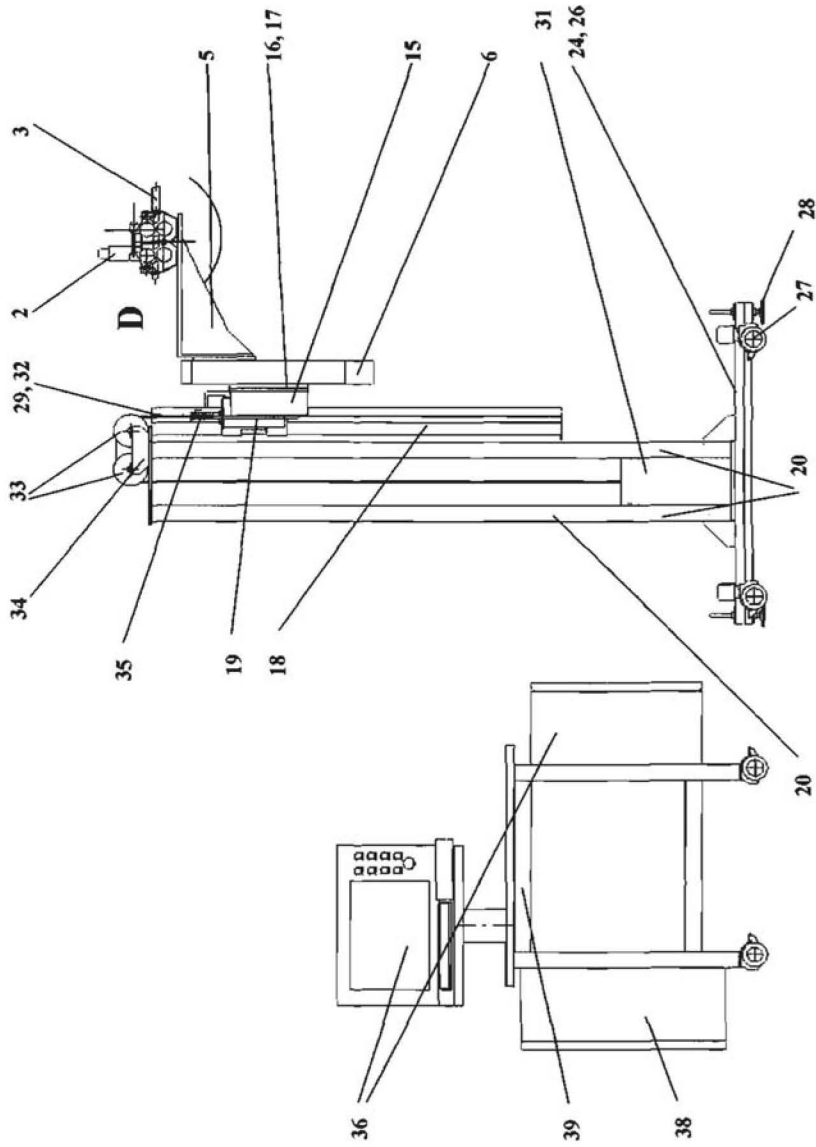


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01N 27/87 (2006.01);

G01N 17/00 (2006.01);

F16L 55/26 (2006.01)

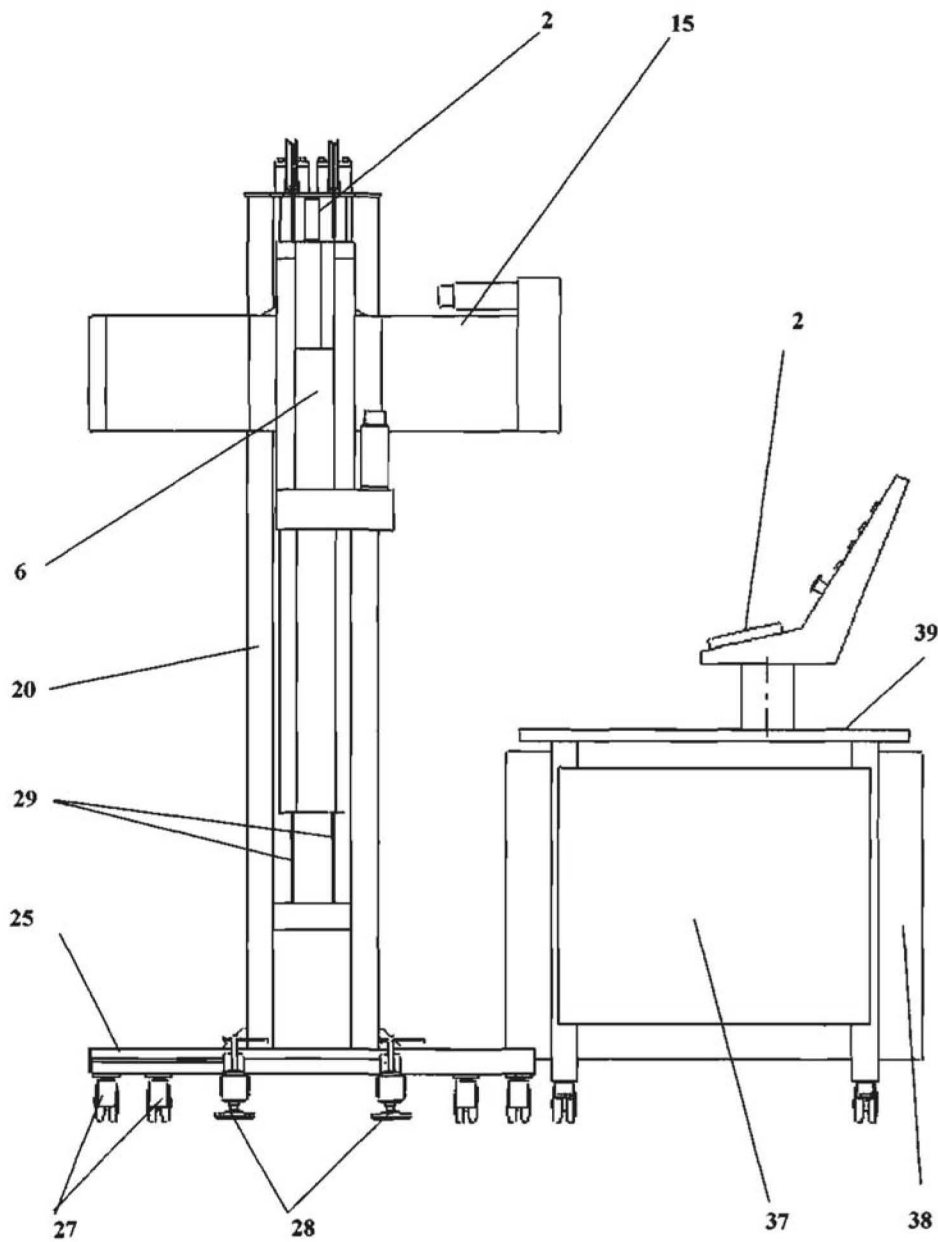


Fig. 2



(51) Int.Cl.

G01N 27/87 (2006.01);

G01N 17/00 (2006.01);

F16L 55/26 (2006.01)

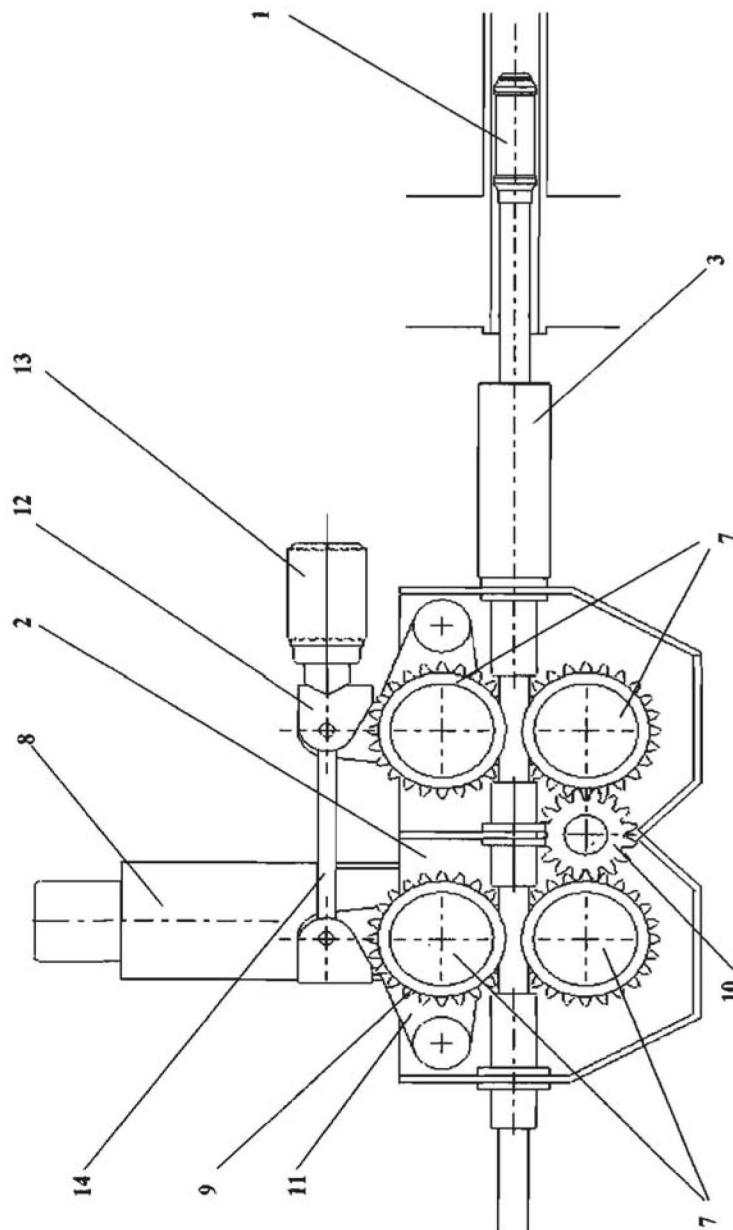


Fig. 3

(51) Int.Cl.

G01N 27/87 (2006.01),

G01N 17/00 (2006.01),

F16L 55/26 (2006.01)

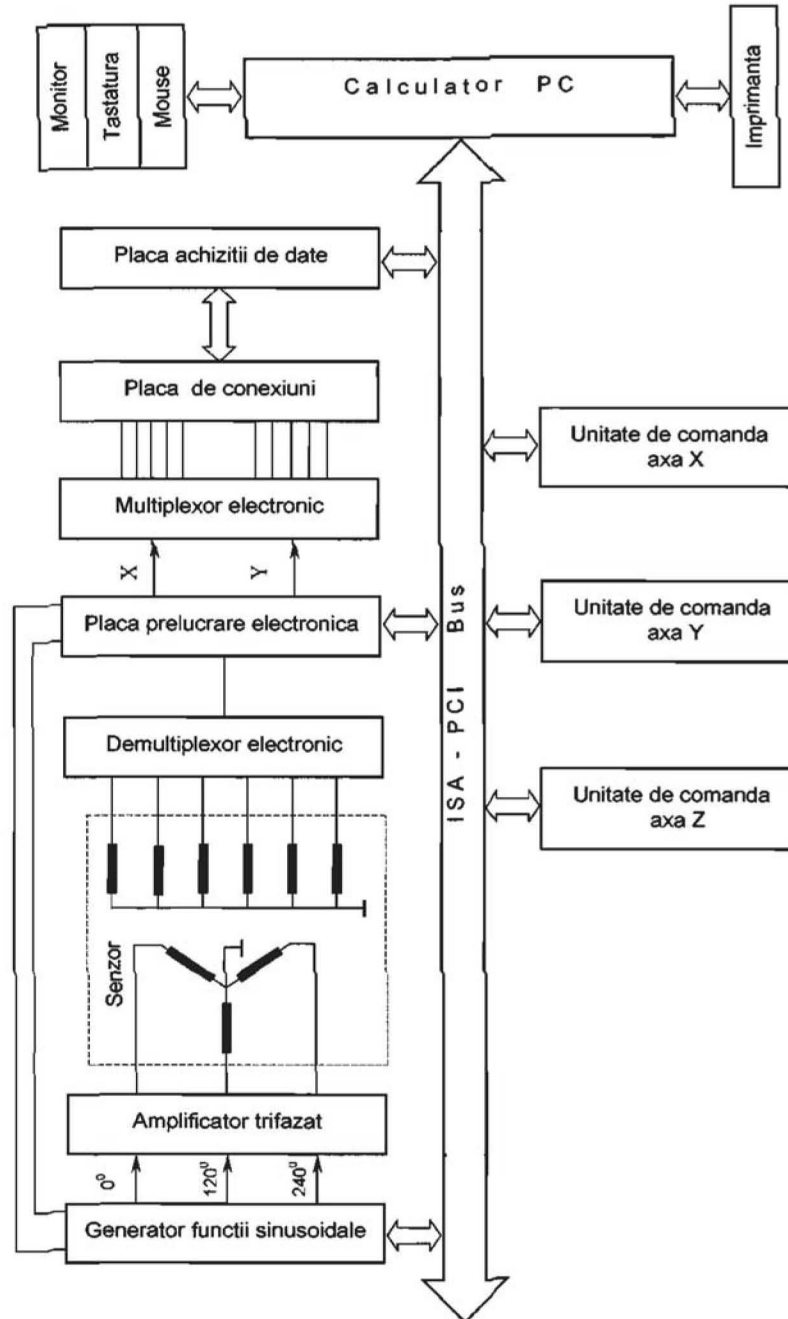


Fig. 4

