



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00697**

(22) Data de depozit: **02.10.2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.10.2015** BOPI nr. **10/2015**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2014 BOPI nr. **5/2014**

(73) Titular:
• UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE
ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ "ION IONESCU
DE LA BRAD" DIN IAȘI,
ALEEA MIHAIL SADOVEANU NR.3, IAȘI, IS,
RO

(72) Inventatori:

• GUTT ANDREI, STR.VICTORIEI
NR.185 BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO;
• ȚENU IOAN, ALEEA MIHAIL SADOVEANU
NR.18 A, IAȘI, IS, RO;
• VÂNTU VASILE,
BD.ȘTEFAN CEL MARE ȘI SFÂNT NR.10,
BL.B 1, SC.A, ET.4, AP.11, IAȘI, IS, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:

RO 122604 B1; US 2011/0226044 A1;
EP 1203955 A1; RO 83074

(54) **APARAT PENTRU CARACTERIZAREA AVANSATĂ A
COMPORTĂRII SOLULUI ÎN REGIM DE SOLICITARE
DINAMICĂ**



1 Invenția se referă la un aparat destinat determinării comportării solului la solicitări
dinamice, rezultatele fiind folosite la corelarea cu acțiunea organelor active de lucru de pre-
3 lucrare ale acestuia.

 În funcție de umiditatea solului, a structurii și texturii sale, solul arabil prezintă diferite
5 caracteristici de rezistență mecanică și de comportare reologică, care influențează prelucra-
bilitatea acestuia cu organe active de lucru, uzura organelor active de lucru, consumul ener-
7 getic specific la prelucrare, contaminarea solului ca urmare a particulelor metalice rezultate
prin abraziune la prelucrarea solului. Nu este lipsit de importanță nici faptul că prin caracte-
9 risticile mecanice și reologice ale solului, este influențată germinația și viteza de creștere și
dezvoltarea plantelor. În funcție de starea și compoziția solului, comportările acestuia din
11 punct de vedere al rezistenței mecanice și al reologiei, pot fi de tip: corp solid fragil, corp
solid elastoplastic, corp solid plastic, corp vâscoplastic.

13 La ora actuală, caracterizarea comportării mecanice și reologice a solului arabil se
face prin metode indirecte, folosind corelări între adâncimea de penetrare a unui element
15 căzător, umiditate, densitatea aparentă și structură. Dat fiind faptul că nici metoda și nici apa-
ratele nu sunt standardizate internațional, prin norme de tip ISO sau EN, rezultatele încercă-
17 rilor de sol nu sunt unitare și ca atare prezintă informații insuficient reproductibile. La acest
dezavantaj, se adaugă și acela că, în urma încercării de penetrare, rezultă o singură valoare
19 caracteristică, respectiv, adâncimea de pătrundere, care nu dă informații asupra deformării
solului, începând de la contactul elementului penetrator cu solul până la oprirea completă a
21 deplasării acestuia de către rezistența opusă de sol.

 Este cunoscut un document **RO 122604 B1**, care prezintă un aparat pentru încerca-
23 rea materialelor în regim dinamic, alcătuit dintr-un penetrator aflat în legătură cu un senzor
piezoelectric de forță dinamică și cu o contragreutate, o bobină și un arc, montate într-un tub
25 de lansare, și un magnet ce susține contragreutatea, iar o parte electronică este legată de
aparat printr-un cablu flexibil și are prevăzută o unitate de procesare a semnalelor la impact.

27 Este cunoscut documentul **US 2011/0226044 A1**, care dezvăluie un aparat portabil,
alcătuit dintr-un dispozitiv electronic aflat în legătură cu un corp cilindric de penetrare a
29 solului la capătul căruia se atașează un penetrator conic. Dispozitivul electronic este montat
într-o carcasă prevăzută cu mânere și conține circuite electronice de transfer al datelor către
31 un computer, pentru prelucrarea datelor. Corpul cilindric este prevăzut cu un senzor de forță,
care poate fi o celulă piezorezistivă de forță sau alt senzor ce măsoară forța.

33 Este cunoscut, de asemenea, **EP 1203955 A1**, ce dezvăluie un instrument de
măsurare a parametrilor solului, prevăzut cu un penetrator cilindric, aflat în legătură cu dispo-
35 zitive electronice de măsurare și transfer de date către un calculator, pentru procesarea
datelor și care poate fi atașat și la un GPS.

37 Este cunoscut și documentul **RO 83074**, care prezintă o mașină de încercare la
oboselă, la solicitări dinamice de încovoiere sau torsiune, ce este alcătuit dintr-un motor
39 electric ce acționează un excentric reglabil și o bielă aflată în legătură cu un braț de antre-
nare pe care se fixează un braț de măsurare, sprijinit, la rândul său, pe un resort și prevăzut
41 cu două ceasuri comparatoare și cu un microîntrerupător. Deformarea resortului permite
determinarea momentului de încovoiere și corespunzător duritatea materialului încercat și
43 permite măsurători în condiții dinamice.

 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în manevrarea corpurilor în
45 cădere ale unui aparat, cu ajutorul căruia se poate caracteriza avansat comportarea solului
atunci când este supus la cinci solicitări dinamice repetate, efectuate în același loc cu un
47 penetrator special, urmărindu-se și interpretând electronic dependența dintre valoarea forței
de reacție a solului și valoarea adâncimii de pătrundere a penetratorului din momentul con-
49 tactului acestuia cu solul până la oprirea completă a deplasării lui de către forța de frecare.

Aparatul pentru caracterizarea avansată a comportării solului în regim de solicitare dinamică, conform invenției, este aflat în legătură cu o unitate electronică ce asigură achiziția, procesarea și afișarea datelor măsurate și are tub metalic de lansare în care sunt montate niște greutatea de lovire interschimbabile și de mase diferite, prevăzute fiecare cu două inele toroidale pentru reducerea frecării și care au posibilitatea de a fi acționate printr-un mâner de ridicare și un mâner de lansare a unei pârgii prevăzute cu un buton de declanșare a căderii prin împingerea unui arc de compresiune și acționării unui contactor electric aflat în legătură cu un senzor inductiv de deplasare a penetratorului.	1
Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:	9
- realizarea aparatului electronic mobil, echipat cu senzori de forță dinamică și senzor de deplasare, permite încercarea cu sarcină dinamică a solului și măsurarea instrumental electronică a răspunsului acestuia la acest tip de solicitare;	11
- procesarea electronică a semnalelor date de cei doi senzori, începând cu momentul impactului penetratorului cu solul până la frânarea completă a deplasării acestuia, permite determinarea unor caracteristici mecanice importante precum: rezistența dinamică la penetrare, modulul elastic dinamic de pătrundere, lucrul mecanic în regim de deformare dinamică.	13
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a aparatului, în legătură cu fig. 1...6, care reprezintă:	15
- fig. 1, secțiune prin aparatul pentru determinarea comportării solului în regim de solicitare dinamică, conform invenției;	17
- fig. 2, vedere a aparatului, cu detalii, pentru determinarea caracterizării comportării solului în regim de solicitare dinamică;	19
- fig. 3, schema de principiu a aparatului pentru caracterizarea comportării solului în regim de solicitare dinamică;	21
- fig. 4, curba caracteristică energie cinetică (E_c) - timp (t);	23
- fig. 5, curba caracteristică adâncime de pătrundere (h) - forță dinamică de reacție (F_d);	25
- fig. 6, curba caracteristică energie cinetică (E_c) - adâncime de pătrundere (h).	27
Aparatul destinat determinării comportării solului la solicitări dinamice, conform invenției, este destinat încercării mecanice a solurilor 1 agricole și se compune dintr-o talpă 2 grea din oțel, prevăzută cu o nivelă 3 circulară cu bulă de aer și care poate susține un penetrator 4 cilindric, cu cap sferic cu diametrul de 30 mm, ce este montat într-un portpenetrator 5 aflat în legătură cu un senzor 6 piezoelectric de forță dinamică, ce preia loviturile unui corp 7 cilindric de lovire, prins printr-un șurub 8 de ghidare și aflat în legătură cu un senzor 9 inductiv de deplasare. Printr-un cablu 10 electric, de la senzorul 6, se culeg informațiile și se transmit spre un niște conectori 11, 12 și 13 electrici. Într-un tub 14 metalic de lansare, prevăzut cu un canal C longitudinal, sunt amplasate trei greutatea 15, 16 și 17 de lovire, interschimbabile, de mase diferite, prevăzute fiecare cu două inele T toroidale, pentru reducerea frecării, iar un mâner 18 de ridicare și un mâner 19 de lansare au posibilitatea de acționare a unei pârgii 20 de blocare printr-un buton 21 de declanșare, legat de un arc 22 de compresiune, un contactor 23 electric, un modul 24 GPS conectat la o unitate 25 electronică centrală și opțional la un calculator 26 electronic și o imprimantă 27 electronică.	29
Modul de lucru cu aparatul conform invenției este următorul:	31
Se transportă aparatul la locul încercării, după care se nivelează locul prin deplasarea, prin curse scurte alternative, a tălpii 2 grele din oțel, urmărindu-se, totodată, prin nivela 3 circulară cu bula de aer, atingerea unei perpendicularități cât mai bune pentru tubul 14	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

metalic de lansare. După această operație de pregătire, se ridică, prin mânerul **18**, greutatea **16** cilindrică metalică de lovire până la armarea automată a acesteia de către pârghia **20** de blocare. În această poziție, greutatea **16** cilindrică metalică de lovire dispune de o energie potențială E_p :

$$E_p = \rho \cdot g \cdot H \quad (1)$$

unde: - ρ - densitatea greutății **16** de lovire;

- g - accelerația gravitațională;

- H - înălțimea de lansare a greutății **16** de lovire, în cazul concret valoarea propusă este de 1000 mm.

Prin apăsarea butonului **21** de declanșare, pârghia **20** de blocare eliberează greutatea **16** de lovire, care dobândește în timpul căderii o mișcare uniform accelerată a cărei viteză v medie este dată de raportul dintre spațiul s parcurs în unitatea t de timp:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{H}{t} = \frac{1000}{t} \quad (2)$$

iar energia E_c cinetică la impact are expresia:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (3)$$

unde: m - masa greutății **16** de lovire;

v - viteza la impact a greutății **16** de lovire cu corpul **7** cilindric.

Vectra v a greutății **16** de lovire se determină raportând spațiul parcurs de aceasta la timpul scurs din momentul lansării ei (declanșarea unui cronometru electronic din unitatea **25** electronică centrală prin intermediul contactorului **23** electric) până la impactul cu corpul **7** cilindric (oprirea cronometrului electronic prin prima valoare măsurată a forței dinamice). După impact, mișcarea penetratorului este uniform decelerată, ea scăzând la valoarea zero atunci când energia cinetică a fost compensată de energia de reacție a solului.

În urma înregistrării electronice a perechilor de valori: forță dinamică F_d de impact și adâncime h de pătrundere, precum și a redării grafice pe cale electronică a acestei dependențe, rezultă un grafic, așa ca în fig. 4. Din interpretarea automată a acestei corelări, cu ajutorul unui soft specializat, se pot determina următoarele mărimi, ce caracterizează comportarea solului la solicitări dinamice:

Rezistența dinamică la penetrare R_d ca fiind dată de valoarea maximă a forței F_d dinamice, raportată la adâncimea h de pătrundere corespunzătoare (fig. 4):

$$R_d = \frac{F_d}{h} \quad [daN / mm^2] \quad (4)$$

Modulul E_p elastic dinamic de pătrundere ca fiind dat de valoarea tangentei unghiului α format de dreapta tangentă dusă din origine la curbă și ordonată (fig. 4):

$$E_p = tg \alpha = \frac{dF_d}{dh} \quad (5)$$

Lucrul L_d mecanic în regim de deformare dinamică ca fiind dat de valoarea ariei suprafeței de sub curbă (fig. 5) exprimată prin integrala:

$$\int_0^h F_d \cdot dh \quad (6)$$

În urma înregistrării electronice a evoluției energiei E_c în funcție de timp, se obține o reprezentare grafică, așa ca în fig. 6. Din interpretarea automată a evoluției de pe ramura descendentă, ce exprimă decelerarea penetratorului în timpul pătrunderii în sol ca urmare a rezistenței opusă de acesta, se pot determina două mărimi reologice importante pentru soluri vâscoplastice (soluri argiloase), și anume, se poate determina comportarea reopexă sau comportarea tixotropă a acestora.

De menționat că aparatul dispune de un sistem de urmărire automată a constanței valorii energiei E_c cinetice de lovire. În acest sens, valoarea acesteia, calculată cu relația (3), este comparată, în microprocesorul unității **25** electronice centrale cu o valoare prescrisă, determinată pentru o cădere liberă cu frecări minimale, efectuată în condiții de perpendicularitate perfectă a tubului **14** metalic de lansare, precum și în lipsa impurităților de pulberi de sol în tubul **14** metalic de lansare. În cazul în care după realizarea solicitării dinamice, valoarea calculată a energiei E_c cinetice de lovire nu corespunde cu valoarea prescrisă, încercarea nu este validată de microprocesor, deoarece există erori de măsurare datorate unei energii cinetice de impact prea reduse (frecări excesive fie din cauza perpendicularității necorespunzătoare a tubului **14** metalic de lansare, fie din cauza impurităților de sol intrate pe traseul de lansare a greutății **16** de lovire, fie din ambele cauze). Pentru eliminarea erorii semnalate, se înlătură cauzele care au provocat eroarea de măsurare și se repetă determinarea în alt loc, până când valoarea măsurată este validată.

1

Revendicare

3

5

7

9

11

13

Aparat pentru caracterizarea avansată a comportării solului în regim de solicitare dinamică, aflat în legătură cu o unitate (16) electronică ce asigură achiziția, procesarea și afișarea datelor măsurate, și care este alcătuit dintr-un penetrator montat cu posibilitate de acționare a unui senzor (6) piezoelectric de forță dinamică, ce măsoară forța de reacție a solului și este prevăzut cu niște mijloace de transfer al impulsurilor, montate într-un tub metalic (14) de lansare, **caracterizat prin aceea că**, în tubul metalic (14) de lansare, sunt montate niște greutateți (15, 16 și 17) de lovire interschimbabile și de mase diferite, prevăzute fiecare cu două inele (T) toroidale pentru reducerea frecării și care au posibilitatea de a fi acționate printr-un mâner (18) de ridicare și un mâner (19) de lansare a unei pârhii (20) prevăzute cu un buton (21) de declanșare a căderii prin împingerea unui arc (22) de compresiune și acționării unui contactor (23) electric, aflat în legătură cu un senzor (9) inductiv de deplasare a penetratorului.

(51) Int.Cl.

G01N 3/42 (2006.01),

G01N 3/52 (2006.01),

G01N 3/48 (2006.01)

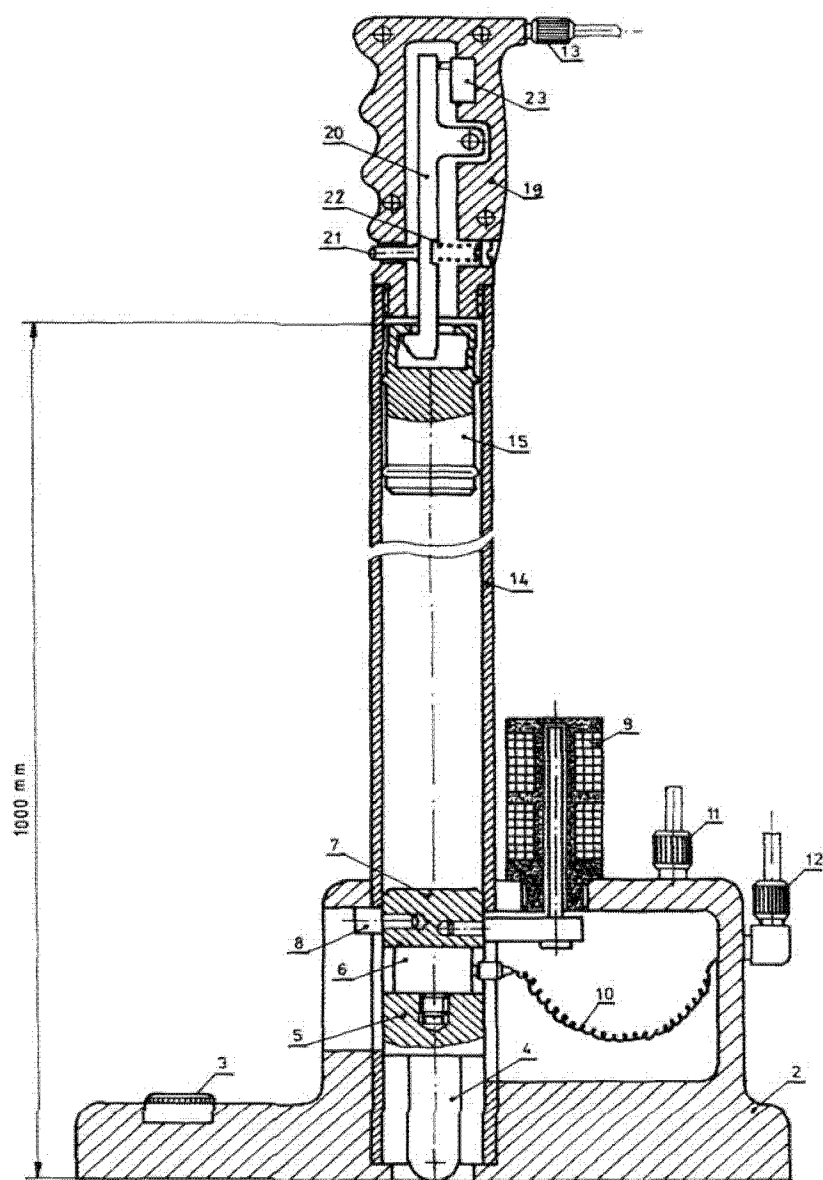


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01N 3/42 (2006.01),

G01N 3/52 (2006.01),

G01N 3/48 (2006.01)

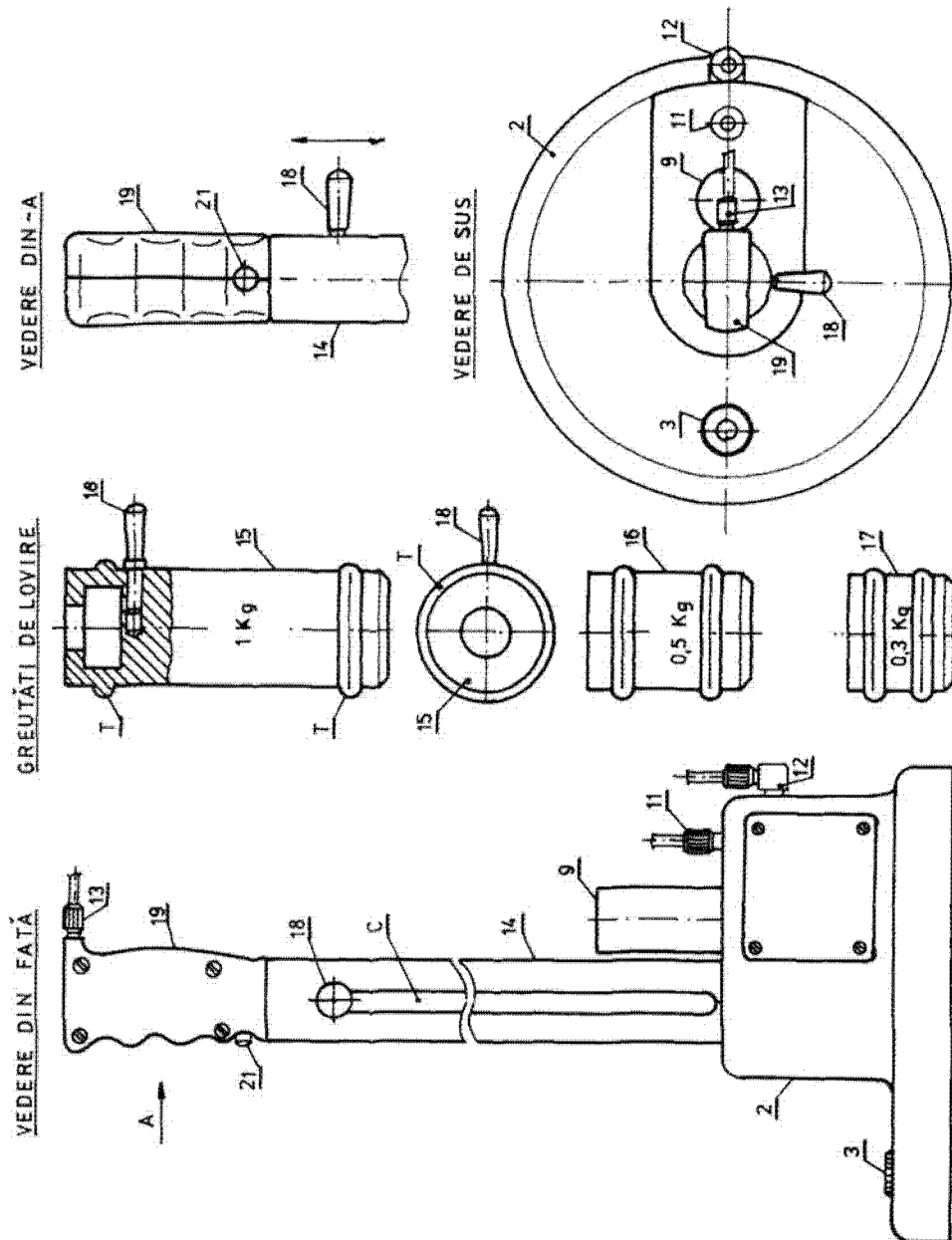


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G01N 3/42 (2006.01),

G01N 3/52 (2006.01),

G01N 3/48 (2006.01)

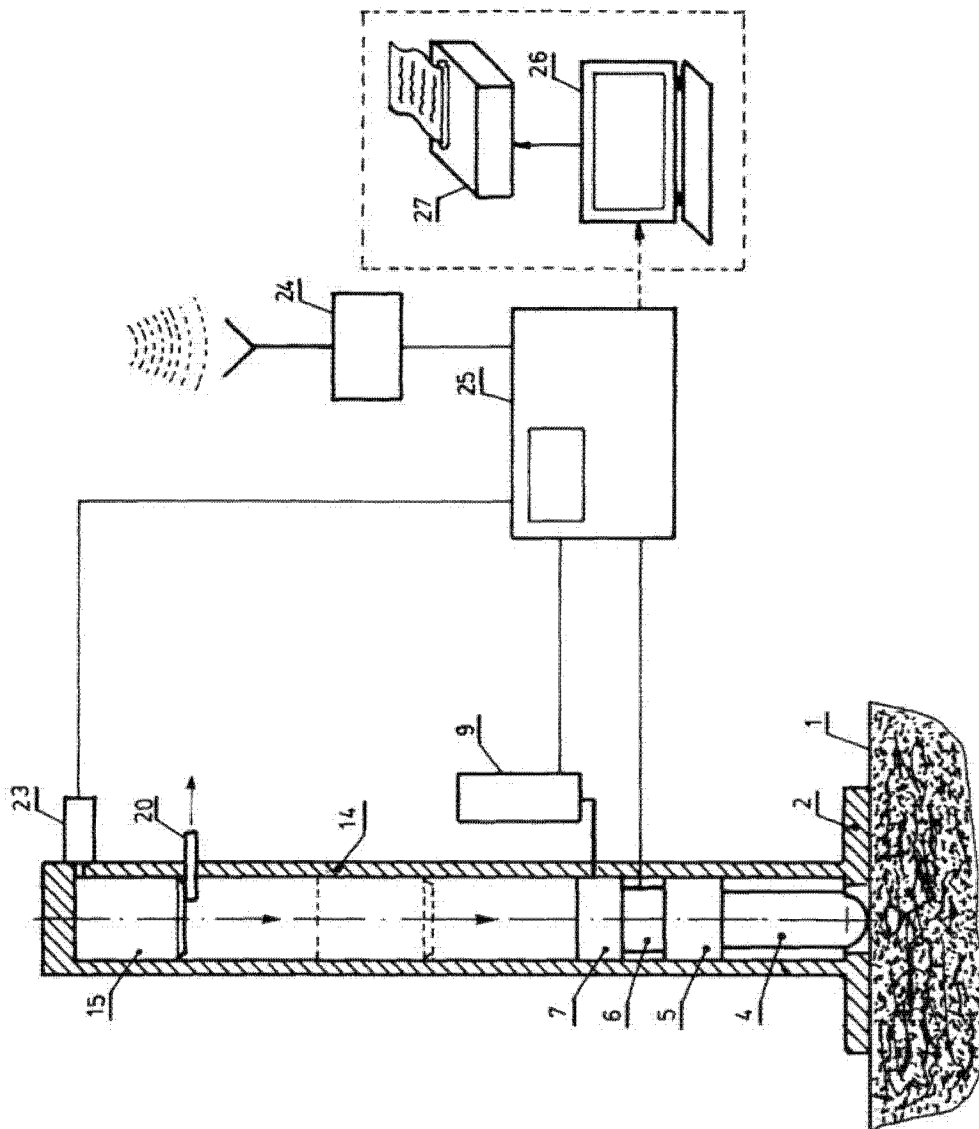


Fig. 3

(51) Int.Cl.

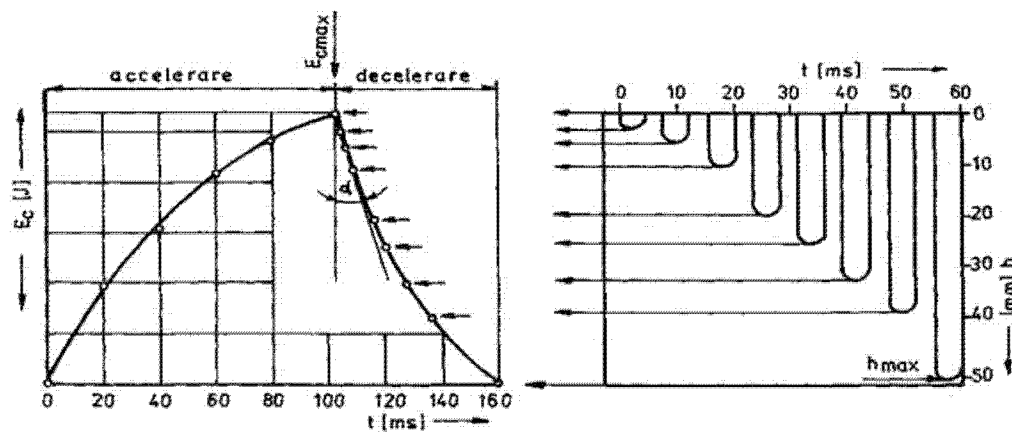
G01N 3/42 (2006.01),**G01N 3/52** (2006.01),**G01N 3/48** (2006.01)

Fig. 4

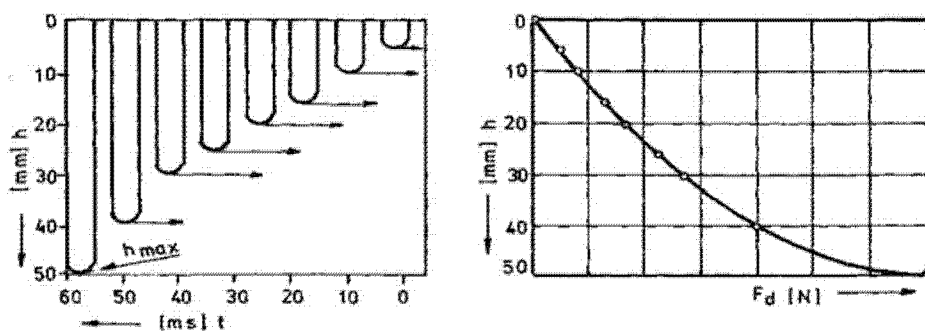


Fig. 5

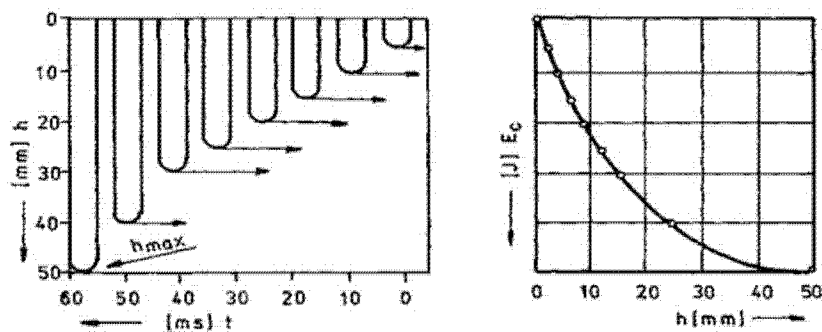


Fig. 6



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 608/2015