

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2022 00635**

(22) Data de depozit: **14/10/2022**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/12/2024** BOPI nr. **12/2024**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2023 BOPI nr. **5/2023**

(73) Titular:

- **UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **ASOCIAȚIA ONCOGEN, STR. ARIEȘ, NR.20/E/21, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **ASOCIAȚIA ONCOHELP TIMIȘOARA, STR.C. PORUMBESCU, NR.57-59, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **BIODIM S.R.L., STR.JOSEPH GABRIEL, NR.22, TIMIȘOARA, TM, RO**

(72) Inventatori:

- **ORDODI LAURENȚIU VALENTIN, STR. BUREBISTA, NR.10, BL.30/II, SC.A, ET.7, AP.25, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **VĂTĂU DORU, STR.VASILE LUCACIU, NR.12, AP.19B, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **SALINSCHI MARIN, CALEA MEDVEȘ, NR.14, MOȘNIȚA NOUĂ, TM, RO;**
- **OLARIU ADRIAN FLAVIUS, STR.CD LOGA, BL.D2, SC.B, AP.7, CARANSEBEȘ, CS, RO;**
- **DUMITREL GABRIELA ALINA, STR.MIRESEI, NR.10, ET.1, AP.7, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **PANĂ ANA-MARIA, ALEEA ICAR, NR.3, SC.A, AP.10, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **VASZILCSIN NICOLAE, STR.LINIȘTEI, NR.17, AP.7, BL.92, ET.3, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **DAN MIRCEA LAURENȚIU, STR.DOMINO, NR.9, SAT MOȘNIȚA VECHE, MOȘNIȚA NOUĂ, TM, RO;**

- **MĂȚIU-IOVAN LILIANA, STR.CĂLIMAN, NR.40, AP.1, MOȘNIȚA NOUĂ, TM, RO;**
- **IONEL RAUL CIPRIAN, STR.GRIGORE POPIȚI, NR.4/C, AP.3, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **UDREA IOAN ALEXANDRU, STR.MINERULUI, NR.2, BL.25, SC.A, AP.3, DEVA, HD, RO;**
- **BONCIOG DANIEL DUMITRU, NR.229, SAT MALOVAT, COMUNA MALOVAT, MH, RO;**
- **VEREȘ DENISA ALEXANDRA, STR.SOROCA, NR.11, SC.B, ET.3, AP.7, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **STĂNESE CRISTIAN MARCEL, STR.BERZEI, NR.9, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **PĂUNESCU VIRGIL, STR.AUGUST TREBONIU LAURIAN, NR.7, AP.2, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **BOJIN MARIA FLORINA, BD.16 DECEMBRIE 1989, NR.61, AP.11, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **GAVRILIUC OANA ISABELA, STR.MARTIR MARIUTAC, BL.B27, AP.3, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **LUKINICH-GRUIA ALEXANDRA TEODORA, STR.MEMORANDULUI, NR.11, AP.1, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **NEGRU ȘERBAN, STR.BORSEC, NR.6, ET.1, AP.1, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **CRÎȘNIC DANIELA, STR.JOSEPH GABRIEL, NR.22, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **FRUNZĂ GIGEL VIOREL, STR.ALEEA STREIULUI, BL.68, SC.3, ET.4, AP.57, DEVA, HD, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 118489 B; RO 107770 B1

(54) **DISPOZITIV ELECTROSTATIC PENTRU MĂSURAREA
TENSIUNII ELECTRICE**

Examinator: fizician RADU ROBERT



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acestuia

RO 137476 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv electrostatic care permite măsurarea tensiunilor
2 electrice înalte în aparatura electrică, energetică și în aparatura medicală radiologică
3 respectiv radioterapeutică utilizată pentru tratamentul diverselor forme de cancer. Dispozitivul
4 este astfel proiectat încât să asigure un regim de funcționare eficient și stabil.

5 Sunt cunoscute soluții tehnice de măsurare a tensiunilor înalte din diverse ramuri ale
6 industriei electrice și electronice folosind principii clasice: voltmetre electrostatice bazate pe
7 modificarea poziției unei placi metalice față de o placă fixă, modificarea distanței între două
8 sfere metalice, respectiv divizoarele de tensiune: rezistive sau capacitive conectate la
9 voltmetre clasice și nu în ultimul rând transformatoarele coborâtoare de tensiune folosite în
10 domeniul măsurărilor electrice [1-7].

11 Dezavantajul general al acestor soluții pentru măsurarea tensiunilor înalte este faptul
12 că ele influențează într-o măsură semnificativă aparatele sau instalațiile la care sunt
13 conectate, în special dacă curenții care parcurg aceste circuite au valori extrem de reduse.
14 Acele dispozitive au capacități electrice, respectiv inducții nu suficient de mici pentru
15 aplicații care presupun măsurarea tensiunii la bornele unor circuite oscilante a căror frec-
16 vență de rezonanță este modificată de aceste reactanțe suplimentare. În general aceste
17 voltmetre presupun componente mecanice complicate și fine, răspunsul de ieșire al instru-
18 mentelor mecano-electrice este neliniar în raport cu tensiunea măsurată precum și compo-
19 nente electrice de construcție specială cum sunt rezistoarele și condensatoarele care funcțio-
20 nează la tensiuni electrice ridicate. Aceștia sunt factori care majorează semnificativ costurile
21 globale de exploatare a unui astfel de sistem de măsurare a tensiunii electrice [8-15].

22 Sunt cunoscute dispozitive care permit măsurarea tensiunilor electrice înalte prin
23 apropierea progresivă a unor electrozi sub formă de sfere metalice până la amorsarea arcu-
24 lui electric, distanța la care apare descărcarea electrică fiind proporțională cu tensiunea apli-
25 cată la bornele dispozitivului. Dezavantajul semnificativ al acestor dispozitive este efectul
26 negativ pe care le au asupra surselor de înaltă tensiune care debitează curenți mici, arcul
27 electric se comportă ca un scurtcircuit, o descărcare electrică cu curentul de arc la valori mari
28 [1, 16].

29 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în diminuarea influenței circuitelor
30 electrice învecinate față de sursele de înaltă tensiune.

31 Dispozitivul electrostatic pentru măsurarea tensiunii electrice cu element indicator
32 optic, conform invenției, este alcătuit dintr-o bornă de intrare izolată cu teflon față de masa
33 dispozitivului prin care se aplică tensiunea de măsurat, continuă sau alternativă cu frecvența
34 industrială de 50 Hz, un electrod de cupru sub formă de disc, plasat într-un tub etanș de
35 polipropilenă cu capace laterale demontabile și o fereastră de sticlă, electrodul produce un
36 câmp electric uniform în liniile căruia culisează un element indicator optic, un tub de
37 descărcare în neon la presiune redusă conectat la masa dispozitivului, poziționat la capătul
38 unei tije culisante coaxiale cu electrodul disc, până când tubul cu neon emite o lumină de
39 culoare roșu-portocaliu, astfel încât, după citirea distanței D, pe o riglă gradată cu ajutorul
40 unui ac indicator fixat rigid pe tija culisantă, și pe baza unei curbe de etalonare stabilite la
41 punerea în funcționare a dispozitivului, se poate estima tensiunea electrică aplicată.

42 Dispozitivul este utilizabil atât pentru tensiunile continue cât și alternative de frecvență
43 industrială, având impedanță de intrare extrem de mare (mai mare de 100 GΩ), capacitate
44 electrică neglijabilă (mai mică de 3 pF), construcție mecanică simplă și robustă și prețuri de
45 construcție, exploatare și mentenanță minime.

46 Dispozitivul pentru măsurarea tensiunilor electrice înalte prevăzut cu element
47 indicator optic, înlătură dezavantajele metodelor aplicate pe scară largă în prezent, prin
48 aceea că, având capacitate electrică neglijabilă și impedanță extrem de mare, influența
49 asupra circuitelor electrice ale dispozitivelor învecinate este nesemnificativă iar dispozitivul
50 poate fi obținut cu costuri minime și fără riscuri în exploatare, pentru personalul tehnic.

Dispozitivul electrostatic prevăzut cu indicator optic pentru măsurarea tensiunilor electrice înalte conform invenției prezintă următoarele avantaje:	1
- folosește ca element indicator un tub de descărcare în neon la joasă presiune numit în continuare indicator optic. Acest element indicator se află în câmpul electric generat de un mic electrod aflat la potențialul de măsurat. Acest artificiu constructiv îi conferă caracteristicile electrice favorabile: impedanță extrem de mare și capacitate electrică nesemnificativă și fără a afecta în vreun fel circuitul electric testat, personalul tehnic sau mediul înconjurător;	3
- ameliorează calitatea și reproductibilitatea măsurărilor precum și oferă un semnal de ieșire cu dependența liniară în raport cu tensiunea măsurată, în intervalul de valori pentru care aparatul a fost proiectat, fără costuri suplimentare de exploatare și mentenanță;	5
- nu necesită înlocuiri frecvente ale consumabilelor electrice (tubul indicator cu neon are o durată de funcționare de aproximativ 40000-50000 de ore);	7
- prin măsuri constructive specifice, elimină sau minimizează efectul factorilor generatori de erori de măsurare, prin preluarea și descărcarea liniilor de câmp electric rezidual, limitarea pierderilor de sarcină electrostatică prin efect Corona și controlul umidității aerului din vecinătatea electrozilor de descărcare electrostatică;	9
- prezintă siguranță în exploatare prin modul de construcție;	11
- dispozitivul propus nu necesită o sursă proprie de alimentare cu energie electrică.	13
Urmărirea indicatorului optic se face vizual, nefiind necesar un alt echipament electronic auxiliar.	15
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile care reprezintă:	17
- fig. 1, secțiune longitudinală schematică prin dispozitivul propus;	19
- fig. 2, curba de calibrare a dispozitivului.	21
Dispozitivul electrostatic pentru măsurarea tensiunii electrice cu element indicator optic, conform invenției, funcționează ca un voltmetru electrostatic, are forma unui cilindru din polipropilenă I prevăzut cu o fereastră de sticlă 1 și care conține un electrod de cupru sub formă de disc 3 cu diametrul de 20 mm cu margini rotunjite pentru limitarea pierderilor prin efect Corona, poziționat astfel încât perpendiculara în centru la suprafața să fie coaxială cu axul cilindrului, un indicator optic (tub cu descărcări în neon la presiune joasă) 8 montat pe o tijă din material electroizolator 7 și poziționat coaxial cu electrodul de cupru, un ac indicator 11 care culisează de-a lungul unei rigle gradate în mm 10. Prin fereastra de sticlă 1 se vizualizează atât starea elementul indicator optic cât și poziția acului indicator pe rigla gradată.	23
Tensiunea de măsurat se aplică prin intermediul unei borne de intrare 4 unui electrod de cupru sub formă de disc 3, plasat la un capăt al tubului etanș de polipropilenă I. Acest electrod produce un câmp electric uniform în liniile căruia culisează un element indicator optic 8 care poate fi apropiat sau îndepărtat de electrod. Indicatorul optic, un tub cu neon la presiune redusă, începe să emită o lumină de culoare roșu-portocaliu în momentul în care se află într-o zonă a câmpului electric în care este poziționat cu intensitate suficient de mare pentru a genera o descărcare luminiscentă. Această intensitate a câmpului electric este proporțională cu tensiunea aplicată la bornele dispozitivului și cu distanța D exprimată în mm la care se află indicatorul optic față de electrodul de cupru, distanță care este citită pe rigla gradată cu care este prevăzut aparatul.	25
După citirea distanței D, și pe baza unei curbe de etalonare stabilite la punerea în funcționare a dispozitivului, se poate estima valoarea tensiunii aplicate dispozitivului, într-o primă variantă constructivă a dispozitivului, în scop experimental, corpul dispozitivului a fost	27

RO 137476 B1

confectionat dintr-un tub de polipropilenă I (fig. 1) cu lungimea $L = 170 \div 200$ mm și diametrul $D = 100 \div 110$ mm, având suprafața interioară vopsită negru mat, prevăzut cu o fereastră cu grosimea de 4 mm 1 din sticlă cu lungimea de 140 mm și lățimea de 60 mm montată de-a lungul generatoarei tubului cilindric din polipropilenă. Acesta este montat pe un suport 2 realizat din tije de oțel prevăzute cu izolatori la capete. Tubul este închis la ambele capete cu capace de polipropilenă. Capacul din partea stângă are montat coaxial cu axul tubului de polipropilenă I electrodul disc de cupru 3 și borna de intrare 4 izolată cu teflon 5 față de cilindrul de polipropilenă pentru a avea pierderi dielectrice cât mai reduse. La această bornă se aplică tensiunea care urmează să fie măsurată. Pe capacul din partea dreaptă este montată central etanșarea 6 care permite culisarea tijei 7 pe care este montat indicatorul optic 8. Tot pe acest capac este montat un cilindrul de plastic perforat umplut cu silicagel 9 poziționat excentric aproape de marginea capacului, montat prin intermediul unui filet care permite înlocuirea silicagelului. Silicagelul este aditivat cu un indicator colorimetric al stării de umiditate astfel încât, atunci când nu mai are capacitate de absorbție a apei, utilizatorul sesizează schimbarea de culoare și ia măsuri pentru înlocuirea lui.

Pe partea interioară a cilindrului de polipropilenă I în dreptul ferestrei de sticlă 1 se găsește riglă gradată în mm 10 cu lungimea utilă 120 mm confectionată din plexiglas. Gradațiile sunt trasate cu culoare închisă (exemplu: negru) pe fond galben pentru a fi ușor de citit. În fața riglei se mișcă un ac indicator 11 fixat rigid de tija 7. La capătul din stânga al acestei tije este fixat elementul indicator optic 8 care poate fi astfel poziționat la diferite distanțe față de electrodul de cupru sub formă de disc 3 care generează câmpul electric. Electrozii tubului de descărcare în neon la presiune redusă (indicatorul optic) sunt conectați împreună cu un conductor metalic 12 fixat de-a lungul tijei 7 și în același timp la masa aparatului 14 prin intermediul unui fir flexibil de cupru izolat 13 care se mișcă odată cu tija 7, cu elementul indicator optic 8 și cu acul indicator 11.

Rolul acestui conductor metalic 12 este de a prelua și descărca la masa aparatului liniile de câmp electric rezidual după ce acestea au parcurs indicatorul optic. Câmpul electric măsurat, care este proporțional cu tensiunea aplicată la borna de intrare 4, produce ionizarea luminiscentă a neonului conținut în elementul indicator optic doar prin intermediul balonului de sticlă al acestuia, deci impedanța dispozitivului este extrem de mare. Suprafața totală a electrozilor indicatorului optic, a firului metalic 12 poziționat de-a lungul tijei 7 este redusă (aproximativ $0,7 \text{ cm}^2$) precum și distanța relativ mare față de electrodul disc 3 definesc capacitatea electrică a dispozitivului care este foarte mică.

Pentru a putea fi utilizat este necesară calibrarea dispozitivului folosind o sursă de înaltă tensiune standardizată utilizată în laboratoarele de încercări în domeniul tensiunilor înalte, capabilă să debiteze atât tensiune continuă cât și alternativă cu frecvența de 50 Hz.

În fig. 2a și 2b sunt prezentate curbele de calibrare obținute experimental atât pentru tensiuni electrice continue cât și alternative și ecuațiile corespunzătoare. S-a constatat că răspunsul dispozitivului este liniar, obținându-se câte o ecuație liniară atât pentru tensiunile continue cât și pentru cele alternative, ceea ce ușurează mult determinarea tensiunii măsurate prin simpla citire a distanței D, exprimată în mm pe rigla gradată 10, la care apare descărcarea electrică luminoasă a indicatorului optic 8.

Valoarea maximă a tensiunii electrice continue măsurabilă cu acest dispozitiv este aproximativ 40 KV, iar pentru tensiunea alternativă cu frecvența industrială de 50 Hz, este aproximativ 80 KV. Această diferență apare datorită conturnării pe balonul de sticlă al indicatorului optic 8, fenomen care trebuie evitat și care limitează tensiunile maxime măsurabile la aceste valori care nu expun dispozitivul la riscul de defectare.

RO 137476 B1

Dispozitivul propus conform invenției are o impedanță de intrare foarte mare (mai mare de 100 GΩ) și capacitate electrică extrem de redusă (mai mică de 3 pF), nu necesită o sursă de energie electrică și nu necesită nici un circuit electronic auxiliar. 1
3

Bibliografie:

1. Iuliu Delesega, Introducere în tehnica tensiunilor înalte, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara. 2011, ISBN 978-973-638-495-0. 5
2. Drăgan G. et al, Tehnica tensiunilor înalte, vol. II Editura Academiei Române, București, 2001. 7
3. Drăgan G. et al. Tehnica tensiunilor înalte, vol. III Editura Academiei Române, București, 2003. 9
4. Hortopan Gh., Aparate electrice, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980. 11
5. ***, Manual of Electric Instruments, General Electric Corporation, 1949. 13
6. Warren W. Nicholas, An Electrostatic Voltmeter, Bureau of Standards Journal of Research, Washington, October 15, 1931. 13
7. ***, Electrostatic Voltmeter, Rohini College of Engineering and Technology, ee8701 High Voltage Engineering. 15
8. Charles H Hsu, Richard Stephen Muller, Micromechanical electrostatic voltmeter, Conference: Solid-State Sensors and Actuators, 1991. Digest of Technical Papers, TRANSDUCERS '91, 1991 International Conference on, DOI: 10.1109/SENSOR.1991.148966. 17
9. Maciej A. Noras, Trek electrostatic voltmeters Setup, environment, working conditions, Advanced Energy, Application Note., consultat în data de 13.09.2022. 21
10. M. Wolff. A, E. Guile, and D. J. Bell. Measurement of localized surface potential differences. J. Sci. Instrum. (J. Phys. E), 2(2):921- 924, 1969. 23
11. R. E. Vosteen. Electrostatic voltage follower circuit for use as a voltmeter. U. S. patent no.3525936, 1970. 25
12. R. E. Vosteen. Electrostatic potential and field measurement apparatus having a capacitor detector with feedback to drive the capacitor detector to the potential being measured. U. S. patent no. 3611127, 1971. 27
13. R. E. Vosteen. High level non-contacting dynamic voltage follower for voltage measurement of electrostatically charged surfaces. U. S. patent no. 3729675, 1973. 29
14. B. T. Williams. High speed electrostatic voltmeter. U. S. patent no. 4205267, 1980. 31
15. B. T. Williams. High voltage electrostatic surface potential monitoring system using low voltage A.C. feedback. U. S. patent no. 4797620, 1989. 33
16. Herșcovici B. et al, Aparate electrice de înaltă tensiune. îndreptar, Editura Tehnică București, 1976. 35

1

3

5

7

9

11

13

15

17

19

21

23

25

27

29

1. Dispozitiv electrostatic pentru măsurarea tensiunii electrice cu element indicator optic **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din borna (4) de intrare izolată cu teflon (5) față de masa dispozitivului (14) prin care se aplică tensiunea de măsurat, continuă sau alternativă cu frecvența industrială de 50 Hz, un electrod (3) de cupru sub formă de disc plasat într-un tub etanș de polipropilenă (I) cu două capace laterale demontabile pentru mentenanță și o fereastră de sticlă (1), electrodul (3) produce un câmp electric uniform în liniile căruia culisează un element indicator (8) optic, un tub de descărcare în neon la presiune redusă conectat la masa dispozitivului (14), poziționat la capătul unei tije (7) culisante coaxiale cu electrodul (3) disc, până când tubul cu neon emite o lumină de culoare roșu-portocaliu în momentul în care se află într-o zonă a câmpului electric cu intensitate suficient de mare pentru a genera o descărcare luminiscentă astfel încât, după citirea distanței D, pe o riglă (10) gradată cu ajutorul unui ac (11) indicator fixat rigid pe tija (7) culisantă, și pe baza unei curbe de etalonare stabilite la punerea în funcționare a dispozitivului, se poate estima tensiunea electrică aplicată.

2. Dispozitiv conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru a prelua și descărca la masa aparatului liniile de câmp electric rezidual după ce acestea au parcurs indicatorul (8) optic, electrozii ai tubului de descărcare în neon la presiune redusă sunt conectați împreună cu un conductor metalic (12) fixat de-a lungul tije (7) și în același timp la masa dispozitivului (14) prin intermediul unui fir (13) flexibil de cupru izolat care se mișcă odată cu tija (7), cu elementul indicator optic (8) și cu acul indicator (11).

3. Dispozitiv conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru limitarea pierderilor de sarcină electrostatică prin efect Corona care ar putea afecta precizia de măsurare, electrodul de cupru sub formă de disc (3) are marginile rotunjite.

4. Dispozitiv conform revendicărilor 1 și 2 **caracterizat prin aceea că**, pentru a evita erorile generate de variații ale umidității aerului din interiorul tubului etanș de polipropilenă (I) în care sunt așezate electrodul disc (3) și elementul indicator optic (8), alături de acestea în tubul etanș (I) este amplasat un tub cu orificii fine umplut cu silicagel (9).

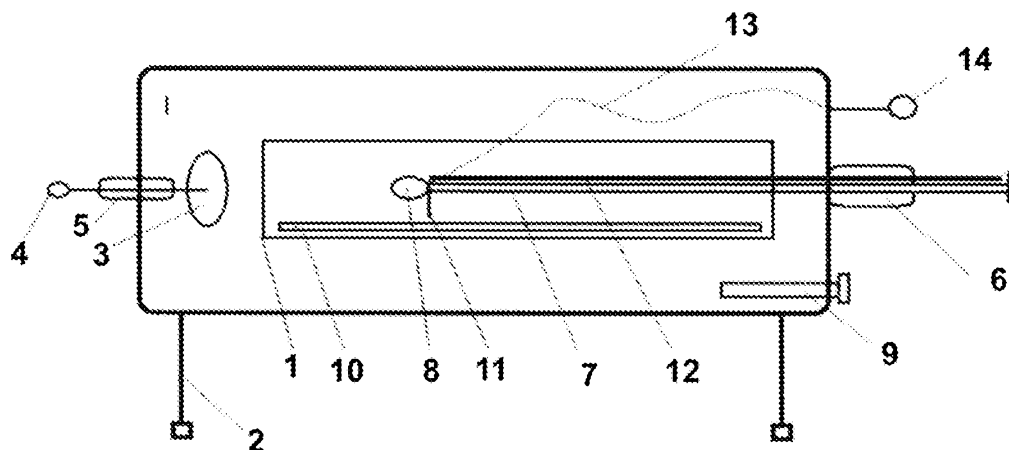


Fig. 1

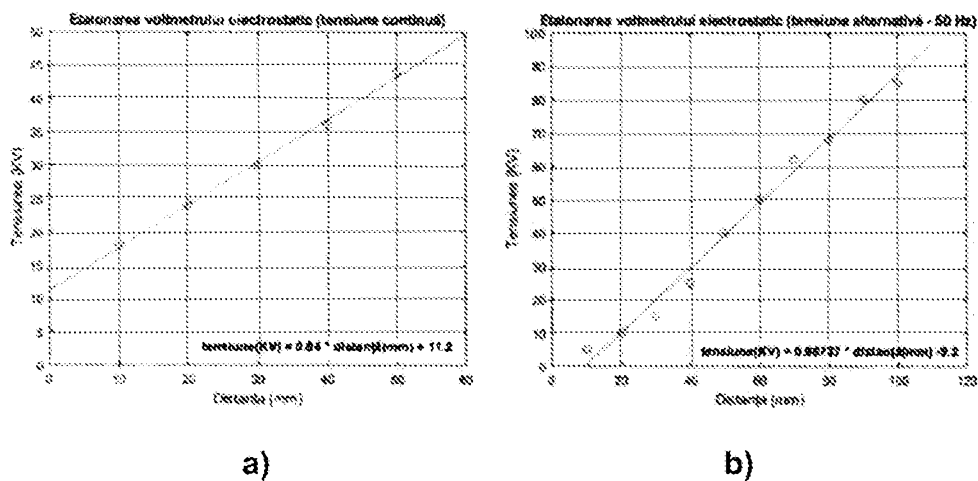


Fig. 2

