



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00534**

(22) Data de depozit: **27/07/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/09/2021** BOPI nr. **9/2021**

(41) Data publicării cererii:  
**29/11/2016** BOPI nr. **11/2016**

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

(72) Inventatori:  
• **GHICULESCU LIVIU DANIEL,  
BD. RÂMNICU SĂRAT NR. 4, BL. H9, SC. 1,  
AP. 8, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **MARINESCU NICOLAE ION,  
ȘOS. IANCULUI NR. 68, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **ALUPEI COJOCARIU OVIDIU DORIN,  
STR. DR. PALEOLOGU NR. 3, ET. 1, AP. 5,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **POPA LILIANA, STR. DRISTORULUI  
NR. 96, BL. 17, SC. A, AP. 48, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 2015-00529 A0; RO 128374 B1**

(54) **DISPOZITIV DE REALIZARE A UNOR GĂURI  
SAU MICROGĂURI CURBE PRIN ELECTRO-EROZIUNE  
ASISTATĂ ULTRASONIC**



# RO 131489 B1

1           Invenția se referă la un dispozitiv de prelucrare prin electroeroziune asistată ultra-  
3 sonic a găurilor și microgăurilor cu axă longitudinală curbă, care se poate monta pe o mașină  
de prelucrare prin electroeroziune volumică și se conectează la un generator de ultrasunete.

5           Sunt cunoscute echipamentele pentru găurire după o axă longitudinală curbă,  
(brevete **US 550783 A** și **US 5017057 A**), care permit găurirea curbă cu ajutorul unei scule  
7 așchietoare, a cărei mișcare de rotație este transmisă cu ajutorul unui cordon flexibil, dar  
care permit numai găurirea unor materiale cu duritate și rezistență relativ reduse, inferioare  
cele ale sculei așchietoare.

9           Sunt cunoscute de asemenea echipamentele de prelucrare prin electroeroziune a  
găurilor și microgăurilor cu axă longitudinală curbă cu ajutorul unor electrozi-sculă cu formă  
11 conjugată, (brevete **US 5637239 A** și **US 3402279 A**), dar procesul de prelucrare este foarte  
instabil și cu performanțe scăzute.

13           Dezavantajele soluțiilor menționate anterior constau în:

15           - prelucrarea extrem de dificilă a găurilor cu axă longitudinală curbă în materiale cu  
duritate și rezistență mare cu ajutorul sculelor așchietoare;

17           - imposibilitatea prelucrării micro-găurilor cu axă longitudinală curbă în materiale cu  
duritate și rezistență mare cu ajutorul sculelor așchietoare care ar trebui să aibă diametre  
submilimetrice;

19           - eliminarea dificilă a particulelor prelevate din interstițiu la prelucrarea prin electro-  
eroziune;

21           - fenomene frecvente de scurt-circuit sau chiar arc continuu și retrageri repetate ale  
sculei la prelucrarea prin electroeroziune, rezultând astfel o productivitate scăzută;

23           - reducerea calității suprafeței prelucrate ca urmare a instabilității procesului de  
electroeroziune;

25           - instabilitatea procesului de prelucrare prin electroeroziune, mai ales în cazul micro-  
găurilor cu axe curbe, determinată de interstițiul de prelucrare foarte redus, de ordinul  
27 micrometrilor;

29           - realizarea unor găuri cu axă longitudinală curbă sub un unghi la centru relativ mic,  
în general mai mic de 180°.

31           Prin documentul **RO 2015-00529 A0** este cunoscut un dispozitiv de prelucrat prin  
electroeroziune, constituit dintr-un echipament pentru prelucrarea simultană a structurilor de  
33 găuri și microgăuri prin electroeroziune asistată de ultrasunete care se montează pe capul  
de lucru al unei mașini de electroeroziune, care are în componență o placă superioară cu  
canale în T pe care se assemblează în diferite poziții, în funcție de dispunerea găurilor sau  
35 microgăurilor prelucrate simultan, mai multe module de prelucrare prin electroeroziune a  
găurilor și microgăurilor, și care au o flanșă intermediară staționară care prezintă un ștuț  
37 lateral prin care se face injecția lichidului dielectric prin canale axiale și care au în capăt  
electrozi-sculă tubulari pentru găuri și filiformi sau tubulari pentru microgăuri, care execută  
39 mișcări de avans și retragere și o mișcare de rotație în jurul axei proprii și care preiau  
mișcarea de rotație de la un motoreductor poziționat pe o placă verticală laterală prevăzută  
41 cu găuri ovale, care permit modificarea poziției verticale a motoreductorului în funcție de  
lungimea modulelor și care transmite mișcarea de rotație printr-o curea dințată, tensionată  
43 cu un întinzător poziționat pe canalele T, la roți dințate care angrenează cu cureaua, asam-  
blate pe fiecare modul, precum și un modul de activare ultrasonică pe care se assemblează  
45 la partea sa inferioară discuri cu dimensiuni diferite care vibrează cu frecvență ultrasonică,  
astfel încât periferia discului, constituind un antinod, să oscileze cu amplitudine maximă în  
47 apropierea electrozilor-sculă.

# RO 131489 B1

De asemenea, documentul **RO 128374 B1** prezintă un dispozitiv pentru prelucrarea prin electroeroziune a găurilor cu axă în formă de arc de cerc, care este prevăzut cu o piesă de forma literei T, o latură a piesei servind pentru orientarea și fixarea în suportul portelectrod obișnuit de pe capul de lucru al mașinii de prelucrat prin electroeroziune, o bridă imobilizată în poziția necesară pentru funcționarea unui mecanism bielă-manivelă, pentru a se obține o modificare a vitezei de deplasare a electrodului sculă curbat, în lungul unei traiectorii circulare, manivela este de asemenea prevăzută cu o degajare rectilinie în lungul căreia poate fi deplasat și fixat un bolț corespunzător articulației dintre bielă și manivelă iar pentru a permite orientarea și fixarea electrodului curbat, este prevăzut cu o placă port-electrod ce este antrenată în mișcare de rotație prin intermediul unui arbore ce primește mișcarea de rotație de la capul de lucru al mașinii de prelucrat prin electroeroziune, prin intermediul mecanismului bielă-manivelă, în placa portelectrod fiind amplasat un electrod cu axă medie în formă de arc de cerc, a cărui poziție este reglată cu ajutorul unui șurub micrometric fixat de placă.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui dispozitiv de obținere prin electro-eroziune asistată ultrasonic a unor găuri sau micro-găuri curbe, cu un unghi la centru mai mare de  $180^\circ$ , la piese electric conductive cu duritate și rezistență mare de diverse dimensiuni, cu precizie, calitate și productivitate mărită.

Dispozitivul pentru prelucrarea unor găuri și microgăuri curbe prin electroeroziune asistată ultrasonic, conform invenției rezolvă problema tehnică menționată prin aceea că:

- permite prelucrarea găurilor și microgăurilor cu axe curbe în materiale durificate termic, conductiv electrice, prin electroeroziune, folosind electrozi-sculă de formă conjugată care execută vibrații torsionale cu frecvență ultrasonică;

- precizia formei găurii este asigurată de faptul că centrul de rotație al mișcării de oscilație torsională ultrasonică a electrodului-sculă coincide cu centrul de curbura al axei longitudinale a găurii/microgăurii;

- permite realizarea găurilor și microgăurilor cu axă longitudinală curbă sub un unghi la centru mai mare de  $180^\circ$  prin rotația roții conducătoare a echipamentului în poziția inițială și apoi rotația port-electrodului-sculă în jurul axei sale, folosind un ajustaj alunecător până când electrodul-sculă revine la capătul găurii realizate;

- crește calitatea suprafeței prelucrate prin electroeroziune datorită cavitației induse ultrasonic în interstițiu! de prelucrare, eliminând eficient particulele prelevate din interstițiul de prelucrare;

- crește calitatea suprafeței prelucrate prin electroeroziune prin vibrațiile torsionale ultrasonice ale electrodului-sculă în lungul axei curbe longitudinale a găurii, care au capacitatea să reducă substanțial fenomenele de scurt-circuit dintre electrodul-sculă și suprafața prelucrată;

- crește productivitatea prelucrării prin asistarea cu ultrasunete a electroeroziunii prin reducerea retragerilor repetate ale electrodului-sculă pe direcția axei longitudinale a găurii curbe generate ca urmare a obținerii stabilității procesului electroeroziv;

- crește productivitatea prelucrării prin electroeroziune prin îndepărtarea suplimentară a materialului în stare lichidă și solidă ca urmare a cavitației induse ultrasonic în proximitatea spotului de electroeroziune de pe suprafața materialului prelucrat.

Mai concret, dispozitivul pentru prelucrarea găurilor și microgăurilor curbe, prin electroeroziune asistată ultrasonic, care se montează pe o mașină de electroeroziune volumică și este conectat la un generator de ultrasunete, este compus dintr-o placă superioară, montată pe capul de lucru al unei mașini de electroeroziune, pe care este asamblată o riglă verticală, care preia o mișcare de avans și retragere a capului de lucru, și o transmite la o

# RO 131489 B1

1 roată conducătoare, prin intermediul unor benzi metalice flexibile, care se înfășoară în niște  
2 canale circulare la roata conducătoare, niște coloane care se montează pe un canal  
3 diametral cu profil T, o traversă montată pe coloane, un dispozitiv de prindere, asamblat pe  
4 traversa de prindere a unui lanț ultrasonic, ce execută vibrații torsionale în jurul axei longitu-  
5 dinale care coincide cu axa de rotație a roții conducătoare, un port-electrod-sculă, un  
6 electrod-sculă pentru găuri curbe, două corpuri de lagăre reglabile, și niște coloane verticale,  
7 cu canale elicoidale, montate pe o placă de bază.

8 Dispozitivul pentru prelucrarea găurilor și microgăurilor cu axe longitudinale curbe  
9 prin electroeroziune asistată de ultrasunete prezintă următoarele avantaje:

10 - realizează prelucrarea găurilor și microgăurilor cu axă longitudinală curbă în  
11 materiale cu duritate ridicată, electric conductive;

12 - crește calitatea și precizia suprafeței prelucrate a găurilor și microgăurilor curbe ca  
13 urmare a vibrațiilor ultrasonice torsionale cu centrul mișcării de torsiune în centrul de curbură  
14 al axei longitudinale;

15 - crește productivitatea prin vibrațiile ultrasonice torsionale ale electrodului-sculă,  
16 reducând fenomenele de scurt-circuit între acesta și suprafața prelucrată, evitând retragerile  
17 repetate prin stabilitatea procesului electroeroziv;

18 - crește productivitatea prelucrării electroerozive prin îndepărtarea suplimentară de  
19 material în stare lichidă și solidă, ca efect al cavitației induse ultrasonic în interstițiul de  
20 prelucrare datorită vibrațiilor torsionale ultrasonice ale electrodului-sculă;

21 - posibilitatea de a prelucra găuri cu unghi la centru al axei longitudinale curbe mai  
22 mare de 180°, prin mișcările de rotație auxiliare ale roții conducătoare a echipamentului și  
23 suportului port-electrod.

24 Invenția este prezentată pe larg în continuare printr-un exemplu de realizare a  
25 invenției în legătură și cu fig. 1...5, care reprezintă:

26 - fig. 1, ansamblul dispozitivului pentru prelucrarea găurilor și microgăurilor curbe prin  
27 electroeroziune asistată ultrasonic în vedere axonometrică;

28 - fig. 2, secțiune în plan orizontal a echipamentului pentru prelucrarea găurilor și  
29 microgăurilor curbe prin electroeroziune asistată de ultrasunete;

30 - fig. 3, secțiune în plan vertical a echipamentului pentru prelucrarea găurilor și  
31 microgăurilor curbe prin electroeroziune asistată ultrasonic;

32 - fig. 4, modulul de prindere a electrodului-sculă pentru găuri curbe;

33 - fig. 5, modulul de prindere a electrodului-sculă pentru microgăuri curbe.

34 Dispozitivul pentru prelucrarea găurilor și microgăurilor curbe prin electroeroziune  
35 asistată ultrasonic conform invenției (fig. 1) este compus din: o placă **1** superioară care se  
36 prinde pe capul de lucru al mașinii de electroeroziune (nefigurat), cu șuruburi **1a** pentru  
37 canale T, pe care este montată prin deformare plastică o riglă verticală **2** de transmitere a  
38 mișcării de avans sau retragere **2a** a capului de lucru al mașinii prin intermediul a două benzi  
39 metalice flexibile **3** care se înfășoară în niște canale circulare **3a** la o roată conducătoare **4**,  
40 benzile **3** fiind fixate cu șuruburi **2b** pe rigla **2** și roata **4**, care execută mișcări de rotație **4b**  
41 într-un sens și în celălalt; niște coloane **5** care se montează pe un canal diametral **4a** cu pro-  
42 fil T, asamblate prin ajustaj cu strângere cu niște bucșe **5a** și cu șuruburi **5b** pentru canale  
43 T (fig. 2), o traversă **6** montată pe coloanele **5** în niște degajări **6a** și fixată cu șuruburi **6b** și  
44 un dispozitiv de prindere **7** a lanțului ultrasonic **8** care realizează mișcări de oscilație ultra-  
45 sonice torsionale **23b**. Traversa **6** se poate deplasa în lungul axei canalului diametral **4a** cu  
46 profil T astfel încât axa longitudinală a lanțului ultrasonic **8** să coincidă cu axa de rotație a  
47 roții **4**. Dispozitivul mai are un port-electrod-sculă **9**, un electrod-sculă **10** pentru găuri curbe,

# RO 131489 B1

poziționat într-un punct antinodal (de amplitudine maximă) pe lanțul ultrasonic **8**, care execută mișcări circulare de avans și retragere **10a** simultan cu oscilațiile ultrasonice torsionale **10b** cu centrul de rotație situat pe axa longitudinală a roții conducătoare **4** și a lanțului ultrasonic **8**, două corpuri de lagăre reglabile **11**, și niște coloane verticale **12** cu canale elicoidale, montate pe placa de bază **13** asamblată pe masa de lucru a mașinii cu canale T (nefigurată) cu ajutorul unor canale **13a**.

Dispozitivul de prindere **7** a lanțului ultrasonic ( fig. 2 ) este compus din: un șurub **14** introdus într-un canal **14a** al traversei **6**, o flanșă **15** care prezintă o suprafață sferică **15a**, aflată în contact cu suprafața conjugată a flanșei **16**; niște șuruburi **17** care prin rotire modifică poziția relativă a flanșelor **15** și **16** și implicit a axei lanțului ultrasonic **8** (a electrodului-sculă) în raport cu piesa prelucrată și axa de rotație a roții **4**, niște arcuri disc **18** care mențin poziția relativă dintre flanșele **15** și **16**, o flanșă nodală **19** (de amplitudine nulă) care este asamblată cu flanșa **16** prin tije filetate **7a** și piulițe **7b** (fig. 1), o bucsă reflectantă **20**, niște discuri piezoelectrice **21** conectate la generatorul ultrasonic (nefigurat) și o bucsă radiantă **22**, care sunt asamblate cu prestrângere cu un șurub **24** împreună cu flanșa nodală **19**, un concentrator **23** care prezintă canale elicoidale **23a** (fig. 1) pentru realizarea vibrațiilor ultrasonice torsionale **23b** și care este prins de bucsa radiantă **22** cu un prezon **25**.

Port-electrodul-sculă **9** (fig. 4 ) este compus din: o tijă **26** cu suprafață filetată **26a** (fig. 2) asamblată cu concentratorul **23**, având suprafețele plane **26b** (fig. 3) pentru strângerea cu cheie fixă, o bucsă **27** care formează un ajustaj alunecător **27a** cu tija **26**, electrodul-sculă **10** circular, care prezintă o porțiune dreaptă **10c** cu suprafețe plane **10d**, care pătrund într-o creștătură **27b**, o bucsă filetată **28** care fixează electrodul-sculă **10**. Bucsă **27** se poate roti odată cu electrodul-sculă **10** în raport cu tija **26**, fixarea în poziția dorită realizându-se cu știftul filetat **26c**; după ce roata **4** a ajuns la capăt de cursă și este adusă în poziția unghiulară inițială, se poziționează electrodul-sculă **10** la capătul găurii realizate pentru prelucrarea în continuare a găurilor curbe cu unghiuri la centru mai mari de  $180^\circ$ .

Port-electrodul-sculă **9a** pentru microgăuri curbe ( fig. 5 ) este compus din: tija filetată **26** pentru asamblare cu concentratorul **23** (fig. 2), o bucsă **30**, care formează un ajustaj alunecător **30a** cu tija **26**, electrodul-sculă **10e** circular (cu secțiune submilimetrică) pentru micro-găuri curbe, care se introduce în orificiul transversal **30b** al bușei **30**, un știft filetat **31** care fixează electrodul-sculă **10e**. Bucsă **30** se poate roti și fixa în poziția dorită cu ajutorul unui știft filetat **29** și implicit și electrodul-sculă **10b**, în raport cu tija filetată **26**, pentru a realiza microgăuri curbe cu unghiul la centru mai mare de  $180^\circ$ . După ce în prealabil, roata conducătoare **4** a fost adusă în poziția unghiulară inițială se rotește electrodul-sculă **10e** până la capătul găurii realizate pentru a prelucra în continuare microgaura.

Roata conducătoare **4** ( fig. 3 ) este compusă din: un disc din material izolator **32**, asamblat pe roata **4** cu șuruburi **32a** (fig. 1), pentru a crea diferența de potențial dintre electrodul-sculă și piesa prelucrată fixată pe masa mașinii, un ax **33** pe care este asamblată roata **4**, care este lăgăruit cu rulmenții **34**, asamblați în corpurile **11**, a căror poziție este reglabilă pe verticală, în funcție de înălțimea piesei prelucrate, prin deplasarea pe coloanele **12** și fixate în poziția dorită cu niște șuruburi **35** care pătrund în canalele verticale **12b** și asigurată cu niște piulițe **36** cu profil conjugat coloanelor **12a**, niște știfturi filetate **35a** asigurând translația pe verticală, coloanele **12** fiind asamblate pe placa de bază **13** cu șuruburi **37**, șaibe, plăcuțe și șuruburi suplimentare **37a**.

# RO 131489 B1

## Revendicări

1

3 1. Dispozitiv de realizare a unor găuri sau microgăuri curbe prin electro-eroziune  
asistată ultrasonic, în corpuri dure electroconductive, compus din o placă superioară (1) care  
5 se prinde de capul de lucru al mașinii de electroeroziune, o roată conducătoare (4) de gene-  
rarea a rotirii unui electrod-sculă (10, 10e) circular, de realizare a unor găuri sau microgăuri,  
7 fixat într-un port-electrod-sculă (9) și poziționat la capătul unui lanț ultrasonic (8) fixat într-un  
dispozitiv (7) rotit printr-un mijloc mecanic de către roata conducătoare (4), port-electrodul-  
9 sculă (9) fiind fixat cu o tijă (26) filetată într-un concentrator (23) al lanțului ultrasonic (8),  
**caracterizat prin aceea că**, pe placa superioară (1) se assemblează o riglă verticală (2) care  
11 preia mișcarea (2a) de avans și retragere a capului de lucru și o transmite la roata con-  
ducătoare (4) prin intermediul unor benzi metalice flexibile (3) care sunt prinse cu șuruburi  
13 (2b) de rigla (2) și de roata conducătoare (4) și înfășurate pe niște canale (3a) ale acesteia,  
pe care sunt montate niște coloane (5) într-un canal diametral (4a) cu profil T, cu niște bucșe  
15 (5a) și niște șuruburi (5b) cu profil T, o traversă (6) fiind montată pe coloanele (5) în niște  
degajări (6a) și fixată cu șuruburi (6b), dispozitivul (7) fiind asamblat pe traversa (6) cu un  
17 șurub (14) al cărui cap este introdus într-un canal (14a) de prindere a lanțului ultrasonic (8)  
care astfel execută vibrații torsionale în jurul axei longitudinale, poziția traversei (6) fiind  
19 reglabilă prin deplasarea în lungul canalului diametral (4a) astfel încât axa longitudinală a  
lanțului ultrasonic (8) să fie identică sau paralelă cu axa roții conducătoare (4), niște flanșe  
21 (15 și 16), aparținând dispozitivului (7) având două suprafețe sferice conjugate (15a)  
deplasabile relativ, prin rotirea unor șuruburi (17), niște arcuri- disc (18) menținând această  
23 poziție, electrodul-sculă (10, 10e) circular prezintă o porțiune dreaptă (10c, 10f) cu suprafețe  
plane (10d), asamblată într-o creștătură a unei bucșei (27, 30), iar roata conducătoare (4)  
25 are un disc izolator (32), asamblat pe un arbore (33), lăgăruit în două corpuri (11) care se  
deplasează pe niște coloane (12) care prezintă suprafețe elicoidale (12a), poziția corpurilor  
27 (11) pe verticală fiind reglată în funcție de poziția suprafeței de prelucrat și fixată cu ajutorul  
unor șuruburi (35) care pătrund într-un canal vertical (12b), al unui știft filetat (35a) și al unor  
29 piulițe (36) cu profil conjugat coloanelor elicoidale (12a).

31 2. Dispozitiv de realizare a unor găuri sau microgăuri curbe prin electro-eroziune  
asistată ultrasonic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, electrodul-sculă (10)  
circular pentru realizarea unor găuri curbe, prezintă o porțiune dreaptă (10c) cu suprafețele  
33 plane (10d), asamblată într-o creștătură (27b) a unei bucșe (27), care formează un ajustaj  
alunecător (27a) cu tija (26) filetată în concentratorul (23), cu ajutorul suprafețelor plane  
35 (26b), bucșa (27) putându-se roti în jurul axei sale pentru realizarea unor găuri curbe cu  
unghi la centru mai mare de 180°, fiind fixată în poziția dorită cu un știft filetat radial (26c)  
37 după ce în prealabil roata conducătoare (4) a fost adusă în poziția inițială, electrodul-sculă  
(10) fiind fixat cu o bucșă filetată (28).

39 3. Dispozitiv de realizare a unor găuri sau microgăuri curbe prin electro-eroziune  
asistată ultrasonic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, electrodul-sculă  
41 (10e) circular pentru realizarea unor microgăuri curbe prezintă o porțiune dreaptă (10f) care  
este asamblată cu o bucșă (30) printr-un orificiu transversal (30b) și fixată cu un știft filetat  
43 (31), tija (26) filetată în concentratorul (23) formând un ajustaj alunecător (30a) cu bucșa (30)  
care poate fi rotită pentru realizarea unor microgăuri curbe cu unghiuri la centru mai mari de  
45 180°, bucșa (30) fiind fixată în poziția dorită printr-un știft radial filetat (29), după ce în  
prealabil roata conducătoare (4) a fost adusă în poziția inițială.

(51) Int.Cl.

**B23H 9/14** (2006.01);

**B23H 3/00** (2006.01);

**B23H 5/06** (2006.01)

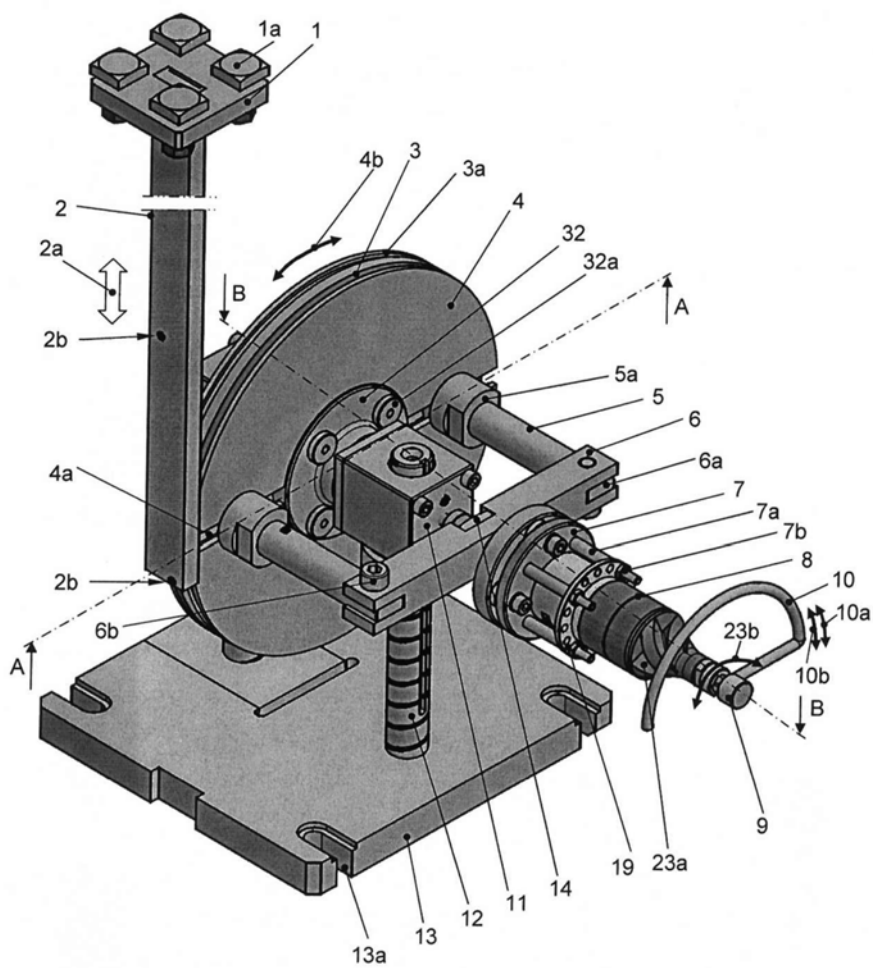


Fig. 1

(51) Int.Cl.

**B23H 9/14** (2006.01);

**B23H 3/00** (2006.01);

**B23H 5/06** (2006.01)

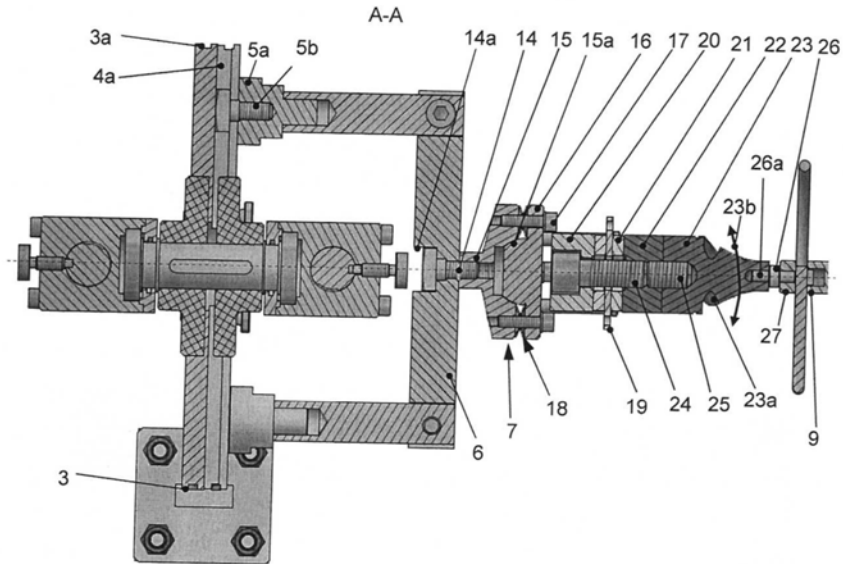


Fig. 2

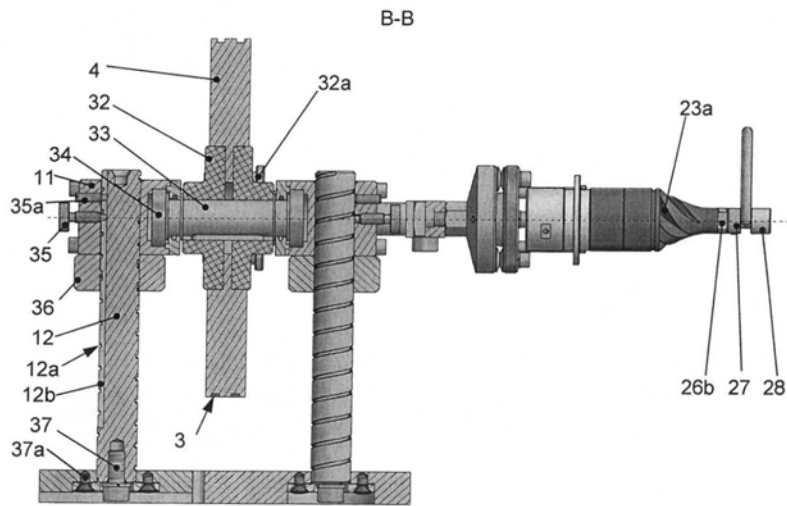


Fig. 3

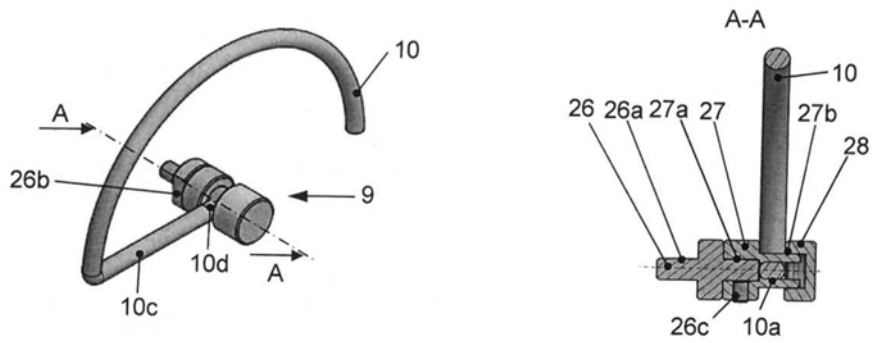


(51) Int.Cl.

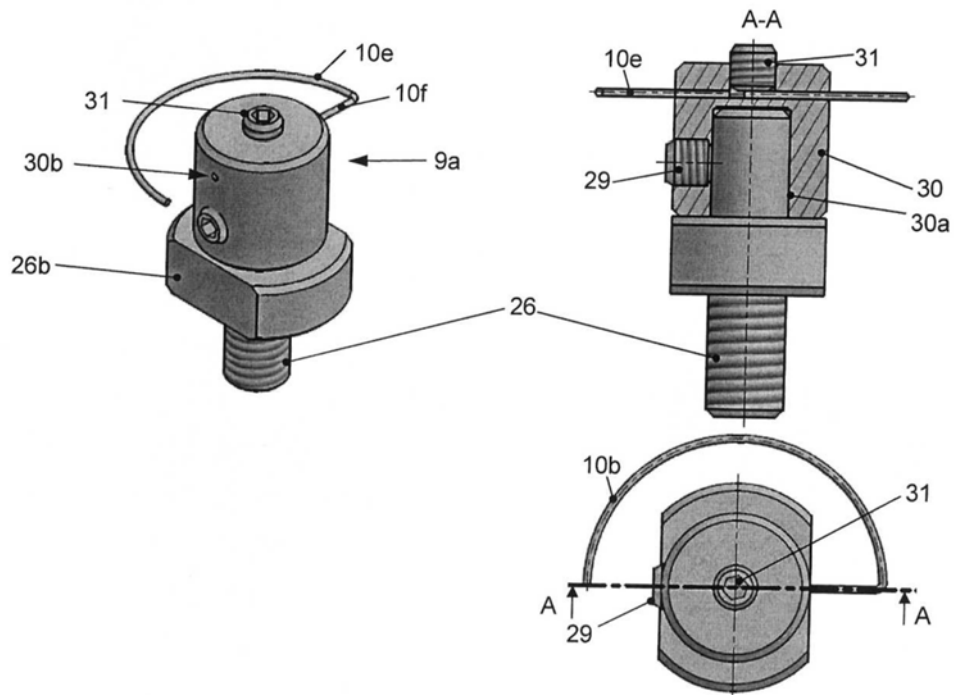
**B23H 9/14** (2006.01);

**B23H 3/00** (2006.01);

**B23H 5/06** (2006.01)



**Fig. 4**



**Fig. 5**



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
 sub comanda nr. 401/2021