

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00719

(22) Data de depozit: 26/11/2021

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

(71) Solicitant:  
• 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;

• ALUPEI-COJOCARIU OVIDIU DORIN,  
STR.DR.PALEOLOGU NR.3, ET.1, AP.5,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;  
• CĂRUȚAȘU NICOLEȚA LUMINIȚA,  
STR.SOLD.VASILE CROITORU NR.5, BL.3,  
SC.1, AP.39, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• PÎRNĂU CLAUDIU, STR.AMIRAL HORIA  
MĂCELARIU, NR.8-10, BL.21/1, SC.C, ET.4,  
AP.47, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;  
• PÂRVU GABRIELA MARINA,  
STR.MAIOR CORAVU, NR.17-23, BL.C6,  
SC.A, ET.3, AP.18, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, B, RO

(54) ECHIPAMENT DE GHIDARE A SCULEI ȘI SPĂLARE  
A INTERȘTIIULUI LA MICRO-ELECTROEROZIUNE  
ASISTATĂ ULTRASONIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un echipament de ghidare a sculei și spălare a interștiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic. Echipamentul, conform invenției este compus dintr-un dispozitiv (1) de prindere pe capul de lucru al unei mașini de electroeroziune a unui lanț (2) ultrasonic, la capătul căruia este asamblată o piesă (3) de prelucrat având o micro-cavitate (3b) prelucrată, orientată în jos și care are o mișcare (3a) de oscilație cu frecvență ultrasonică, un electrod-sculă (16) tubular, prins cu o bucsă (15) elastică, strânsă cu o piuliță (14), ghidat de suprafața conjugată interioară a unui ghidaj (4), care face contact cu suprafața frontală a piesei (3) prelucrate, fiind ridicat de niște arcuri (8) care împing o traversă (5) asigurată cu niște piulițe (6) și cu niște distanțiere (6a), traversa (5) culisează pe niște coloane (7) prinse cu niște șuruburi (9b) în niște suporturi (9) fixate cu niște șuruburi (9a) pe o placă (10) cu niște canale (10a) a mesei de lucru a mașinii, lichidul dielectric filtrat de la agregatul mașinii fiind introdus într-un injector (11) printr-un ștuț (12) și evacuat prin niște canale (4a) ale ghidajului (4), împreună cu particulele îndepărtate din piesa (3) prelucrată.

Revendicări: 3

Figuri: 7

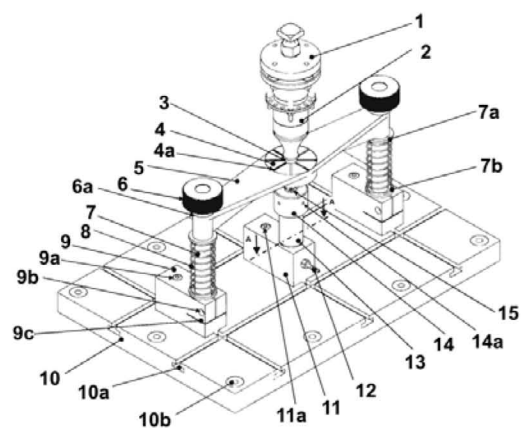


Fig. 1

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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI Cerere de brevet de invenție Nr. .... a 2021 0719 Data depozit .... 26.11.2021.
---

## DESCRIERE

Invenția se referă la un echipament de ghidare a sculei și spălare a interstițiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic – proces de prelucrare hibrid. Echipamentul se poate monta pe o mașină de prelucrare prin electroeroziune volumică, dotată cu un generator care furnizează descărcări electrice cu energie redusă, adecvată microprelucrărilor și se conectează la un generator de ultrasunete care alimentează un lanț ultrasonic, în capătul căruia se găsește piesa de prelucrat care execută vibrații longitudinale cu frecvență ultrasonică, în intervalul, 20...40 kHz.

*Sunt cunoscute* echipamentele de prelucrare a micro-orificiilor prin electroeroziune neasistată (uzuală) sau asistată de ultrasunete, micro-orificiile având dimensiuni transversale între 0,1 și 0,9 mm cu ajutorul unor electrozi-sculă filiformi, tubulari sau lamelari cu vibrația ultrasonică a electrozilor-sculă sau a piesei prelucrate.

*Dezavantajele* soluțiilor menționate anterior constau în:

- sculele au rigiditate foarte mică din cauza dimensiunilor reduse ale secțiunii transversale reduse, de 0,1...0,9 mm și suferă deformații mari, prin îndoire, în timpul prelucrării, nefiind ghidate în apropierea sau la contactul cu suprafața prelucrată, ceea ce determină imprecizia de prelucrare;

- sculele au rigiditate foarte mică și suferă deformații mari prin îndoire, ca urmare a presiunii (de ordinul MPa) ridicate de spălare cu lichid dielectric, cu ajutorul căruia se realizează evacuarea particulelor prelevate din materialul prelucrat, din interstițiul de prelucrare (spațiul dintre suprafețele active ale electrodului-sculă și suprafața prelucrată în care se găsește lichidul dielectric), ceea ce afectează imprecizia suprafețelor prelucrate;

- evacuare inefficientă din interstițiul de prelucrare, foarte îngust la micro-electroeroziune, de 5-10  $\mu\text{m}$ , a particulelor prelevate din materialul piesei prelucrate, ceea ce determină frecvente fenomene de scurt-circuit prin faptul că aceste particule vin în contact cu electrodul-sculă, care este nevoit să se retragă și astfel, se reduce productivitatea prelucrării;

- retragerile repetate ale sculei pentru evitarea fenomenelor de arc continuu, prin interpunerea particulelor neevacuate între electrodul-sculă și piesa prelucrată, determină reducerea preciziei de prelucrare la angajarea sculei din nou în prelucrare;

- producerea fenomenelor frecvente de scurt-circuit între electrodul-sculă și suprafața prelucrată din cauza evacuării dificile a particulelor prelevate din interstițiul de prelucrare foarte îngust determină scăderea calității suprafeței prelucrate;

- instabilitatea prelucrării prin electroeroziune la creșterea adâncimii microgăurilor, la un raport de aspect de 10:1 sau mai mare, pentru că lungimea traseului de evacuare a particulelor

de material prelevate este mare, ceea ce determină scăderea severă a productivității ca urmare a retragerilor repetate ale sculei și calității suprafeței prelucrate din cauza fenomenelor frecvente de scurt-circuit între sculă și materialul piesei prelucrate;

- prinderea electrozilor sculă cu dimensiuni transversale reduse pe concentratorul ultrasonic creează dificultăți deosebite privind schimbarea acestora dacă sunt asamblați prin lipire sau transmiterea vibrațiilor la suprafața activă a sculei dacă sunt asamblați cu bușă elastică sau prindere cu șurub;

*Mai este cunoscut* prin documentul RO-126381 B1, echipamentul pentru finisarea prin electroeroziune asistată de ultrasunete a microgăurilor, care poate fi montat pe o mașină de prelucrare prin electroeroziune volumică și care este alcătuit dintr-un lanț ultrasonic, pentru vibrarea unui electrod-sculă de tip tubular sau filiform, pe direcție longitudinală, lanțul ultrasonic fiind prevăzut, la partea superioară, cu un dispozitiv de prindere și reglare, la partea inferioară fiind montat un electrod-sculă, prin intermediul unui dispozitiv de prindere și reglare, de alimentare cu dielectric și de etanșare, electrodul-sculă fiind ghidat prin intermediul unui dispozitiv de ghidare multiplă și de alimentare cu lichid dielectric, ce cuprinde două bușe de ghidare și două prisme în "V" la 90°, acționate de niște arcuri, ce realizează un ajustaj alunecător cu electrodul-sculă, bușea inferioară fiind prevăzută cu niște canale longitudinale prin care se alimentează cu lichid dielectric interstițiul de prelucrare.

*Mai este cunoscut* prin documentul RO-128720 B1, Echipamentul de prelucrare simultană a unor microgăuri prin electroeroziune asistată ultrasonic, care poate fi montat pe o mașină de prelucrare prin electroeroziune volumică și care cuprinde niște scule filiforme, care sunt prinse pe un concentrator ultrasonic, aparținând unui lanț trasonic, fiind ghidate de o placă realizată dintr-un material neconductiv electric, cu un coeficient de frecare redus, sculele având o poziție unghiulară față de o suprafața frontală a unei piese de prelucrare, care se poate regla prin rotirea unei flanșe superioare, în raport cu flanșa cu care se află în contact, cu ajutorul unor canale circulare, practicate în flanșă și a cărei poziție se poate bloca cu niște șuruburi, după vizualizarea poziției pe un sector gradat.

*Problema tehnică* pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unor microprelucrări prin electroeroziune, sub forma unor microcavități, microgăuri sau microfante, în condiții de stabilitate a procesului de îndepărtare a materialului, crescând productivitatea, precizia și calitatea suprafeței prelucrate, precum și reducând costurile.

Echipamentul de ghidare a sculei și spălarea a interstițiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic rezolvă problema tehnică menționată prin aceea că piesa prelucrată este poziționată la partea superioară a sistemului tehnologic, având o asamblare demontabilă prin filetare la capătul unui concentrator ultrasonic, suprafața prelucrată a piesei fiind orientată în

jos, pentru facilitarea evacuării particulelor prelevate gravitațional și a efectului de pompare ciclică produs de cavitația indusă ultrasonic în interiorul microcavității prelucrate la fiecare perioada ultrasonică, electrodul-sculă este fixat cu bucsă elastică, ușor de prins și schimbat, ghidat la distanță minimă de suprafața prelucrată, cu ajutorul unei bucse din material izolator electric și coeficient de frecare redus și auto-orientată pe suprafață sferică în raport cu suprafața frontală a piesei pentru realizarea perpendicularității microcavității, ghidajul fiind în contact cu suprafața frontală a piesei prelucrate datorită unor arcuri care împing ghidajul către suprafața frontală a piesei prelucrate, amplitudinea de oscilație ultrasonică a piesei fiind de 1...2  $\mu\text{m}$ , evacuarea particulelor prelevate prin canalele radiale prevăzute pe suprafața frontală a ghidajului, injecția lichidului dielectric prin interiorul electrodului-sculă tubular sau paralel cu axa acestuia la electrozi filiformi sau lamelari, cu presiune mare pentru a compensa pierderile de presiune generate de reducerea secțiunii de curgere, utilizarea vibrațiilor ultrasonice pentru facilitarea evacuării particulelor prelevate prin canalele radiale ale ghidajului, precum și prin cavitație ultrasonică indusă în cavitatea prelucrată la mișcarea de ridicare a piesei (prin regimul pulsatoriu uzual al mașinii de electroeroziune) la microprelucrările adânci, cu raport de aspect mare (10:1 sau mai mare), fără un ciclu de spălare complicat cu faze multiple, ceea ce reduce costurile de realizare a echipamentului.

Echipamentul de ghidare a sculei și spălare a interstițiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- realizează ghidarea electrodului-sculă la distanță minimă de piesa prelucrată, ghidajul fiind în contact cu suprafața frontală a piesei prelucrate, împins de arcuri către aceasta;
- facilitează evacuarea particulelor prelevate din materialul piesei gravitațional, prin orientarea microcavității prelucrate în jos și prin presiunea ciclică cavitațională indusă ultrasonic în microcavitatea prelucrată;
- asigură prelucrarea microcavităților în condiții de productivitate, reducând retragerile electrodului-sculă, prin evitarea fenomenelor de scurt-circuit între sculă și piesa prelucrată;
- asigură precizia prelucrării prin ghidarea sculei la distanță minimă de piesa prelucrată;
- asigură calitate a suprafeței prelucrate, prin reducerea fenomenelor de scurt-circuit și reducerea stratului topit și resolidificat (cu tensiuni interne ridicate) a materialului piesei datorită contribuției componente ultrasonice a procesului de prelucrare hibrid;
- reducerea rugozității suprafeței prelucrate prin prelevarea vârfurilor microgeometriei suprafeței prelucrate prin undele de șoc generate de cavitația periodică indusă ultrasonic;
- permite schimbarea ușoară a electrodului-sculă prin prindere cu bucsă elastică și a piesei prelucrate prin asamblare filetată pe concentratorul ultrasonic;

- permite reducerea costurilor prelucrării prin funcționarea după un ciclu simplu de spălare cu lichid dielectric, numai prin injecție cu presiune mare prin interiorul unui electrod tubular sau în lungul suprafeței laterale a unui electrod filiform sau lamelar;

- funcționează și în regim pulsatoriu, prin ridicarea piesei prelucrate și facilitarea eliminării particulelor prelevate din microcavitatea prelucrată.

Invenția este prezentată în continuare printr-un exemplu de realizare a acesteia în legătură cu **figurile 1 – 7**, care reprezintă:

**Figura 1.** Ansamblul echipamentului de ghidare a sculei și spălare a interstițiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic în vedere 3D;

**Figura 2.** Secțiunea prin subansablul de injecție a lichidului dielectric și prindere a electrodului-sculă;

**Figura 3.** Detaliu al stuțului de injecție al lichidului dielectric;

**Figura 4.** Secțiunea prin subansablul de ghidare a electrodului-sculă tubular;

**Figura 5.** Detaliu al interstițiului de prelucrare la utilizarea electrodului-sculă tubular;

**Figura 6.** Secțiunea prin subansablul de ghidare a electrodului-sculă lamelar;

**Figura 7.** Detaliu 3D al ghidajului pentru electrodul-sculă lamelar.

Echipamentul de ghidare a sculei și spălare a interstițiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic, conform invenției (**figura 1**) este compus din: dispozitivul **1** de prindere pe capul de lucru al mașinii de electroeroziune (nefigurat) a lanțului ultrasonic **2**, la capatul căruia este asamblată piesa **3** cu filetul **3c** (v. **figura 4**) de prelucrat prin micro-electroeroziune asistată ultrasonic, care oscilează longitudinal, deplasarea **3a** cu o frecvență ultrasonică în intervalul 20... 45 kHz, în care se prelucrează microcavitatea **3b** orientată în jos (v. **figura 5**), electrodul-sculă fix **16** (v. **figura 2**), ghidat prin suprafața conjugată **4c** a ghidajului **4**, din material izolator electric, cu coeficient de frecare redus, (de exemplu, politetrafluoretilena - PTFE) prevăzut cu canale **4a** radiale de evacuare de evacuare a lichidului dielectric, traversa **5** (v. **figura 4**), prevăzută cu suprafața sferică **5a**, în contact cu suprafața conjugată **4b** a ghidajului **4** pentru auto-orientare (autoașezare) în vederea obținerii perpendicularității axei microcavitații prelucrate pe suprafața frontală a piesei, cele două coloane **7**, filetate la partea superioară, cu șaibele **7a** și **7b**, pe care culisează traversa **5**, care este ridicată de arcurile **8**, pentru ca ghidajul **4** să facă contact cu suprafața frontală **3b** a piesei prelucrate (v. **figura 4, 5**), piulițele **6** și distanțierele **6a**, prin care se reglează cursa traversei **5**, în funcție de înălțimea piesei **3**, suportii **9** de prindere a coloanelor **7**, cu șuruburile **9b** și creștăturile **9c**, șuruburile **9a** de fixare pe placa **10** cu canale T **10a**, șuruburile de prindere **10b** pe masa mașinii (nefigurată); stuțul **12** (v. **figura 3**) asigură injecția lichidului dielectric filtrat de la agregatul de dielectric al mașinii de microelectroeroziune (nefigurat), care corespunde cu orificiile **12a** și **12b**, practicate

În corpul injectorului **11**, fixat cu șurubul **11a** pe placa **10** cu canale T; duza **17** (**figura 2**) permite trecerea lichidului dielectric filtrat prin orificiul axial **17a** și prezintă două suprafețe conice **17b** și **17c**, conjugate cu suprafețe conice ale bucșei **13a**, respectiv injectorului **11b**, pentru orientarea dintre duza **17**, injectorul **11** și bucșa **13**, și care se assemblează cu filetul **17d** cu injectorul **11** și filetul **17e** cu bucșa **13**; garniturile frontale **11c**, **13b** și **13c** care etanșează prin strângerea cu filet, injectorul **11**, duza **17** și bucșa **13**; șurubul axial **18** (**figura 2**) cu orificiul axial **18a**, care permite să treacă electrodul-sculă **16**, strânge cu filetul **18b** (acționat cu o cheie tubulară înainte de introducerea bucșei elastice **15**), garnitura tubulară **18c**, care are un orificiu **18d**, prin care trece electrodul-sculă **16**; bucșa elastică **15**, dintr-un set de bucșe, cu creșturile **15a** (reprezentate în secțiune) și **15b**, care creează un locaș pentru capul șurubului **18e**; electrodul-sculă tubular **16** orientat și fixat cu bucșa elastică **15**, care prelucrează microcavitatea **3d**, cu orificiul axial **16a** pentru injecția lichidului dielectric (v. **figura 5**) care este trimis în interstițiul frontal **16b** și evacuat prin interstițiul lateral **16c** și apoi prin canalele radiale **4a** ale ghidajului **4**; piulița **14** care strânge bucșa elastică **15**, rotită cu ajutorul orificiilor radiale **14a** și care apasă cu suprafața frontală **14b**, bucșa elastică **15** pe suprafața conică **15c** care se sprijină pe suprafața conică omoloagă **13d** a bucșei **13**; ghidajul **19** (**figura 6**) care poziționează cu suprafața **19f** conjugată, cu secțiune dreptunghiulară, electrodul-sculă lamelar **20**, prevăzut cu tecile **20a** și **20b**, care completează o suprafață cilindrică exterioră care permite strângerea cu același tip (pentru reducerea costurilor) de bucșă elastică **15** care face parte dintr-un set, ștuțul **12** de alimentare cu lichid dielectric care alimentează orificiul de injecție poziționat la un unghi de 45° față de verticală care corespunde cu canalul coaxial **19a**, asamblat cu filetul **19b** și etanșat cu garnitura **19d** prin strângere pe suprafața plană **19c**; ghidajul **19** (**figura 7**) este prevăzut cu canalele radiale **19e** de evacuare a lichidului dielectric, poziționate în partea opusă orificiului de injecție **19a**, astfel încât lichidul dielectric să fie constrâns să intre în interstițiul frontal, unde are loc cu preponderență îndepărtarea materialului din piesa prelucrată, pentru a colecta particulele prelevate și a le evacua. Ghidajul **19**, în altă variantă, are suprafața conjugată **19f** cu secțiune circulară, care ghidează electrodul-sculă filiform **16**, fără orificiu axial de injecție a lichidului dielectric, care este fixat în bucșa elastică **15**.

## REVENDICĂRI

1. Echipament de ghidare a sculei și spălare a interstițiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic, având un electrod-sculă tubular **16** și piesa prelucrată **3** poziționată la capătul unui lanț ultrasonic **2** și montat pe o mașină de micro-electroeroziune și conectat la un generator de ultrasunete **caracterizat prin aceea că** piesa prelucrată **3** are microcavitatea prelucrată **3b** orientată în jos și care are mișcare **3a** de oscilație cu frecvență ultrasonică, electrodul-sculă **16** fix, prins cu o bucsă elastică **15**, care face parte dintr-un set de bucșe, prevăzută cu locașul **15b**, în care este poziționat capul **18e** al unui șurub axial **18** cu un orificiu axial **18a**, prin este introdus electrodul-sculă **16** și este injectat lichidul dielectric filtrat, care strânge o garnitură tubulară **18c** de etanșare cu un orificiu **18d** în care este introdus electrodul-sculă tubular **16** și o duză **17** cu un orificiu axial **17a**, prin care este injectat lichidul dielectric filtrat, prevăzută cu două suprafețe conice coaxiale **17b** și **17c**, conjugate cu suprafețe conice ale bucșei **13a**, respectiv injectorului **11b**, pentru orientarea în raport cu o bucsă **13** și respectiv un injector **11**, electrodul-sculă ghidat de suprafața conjugată **4c** cu secțiune circulară a unui ghidaj **4** din material izolator electric și coeficient de frecare redus și care este adus în contact cu suprafața frontală **3b** a piesei **3** cu ajutorul unor arcuri **8** poziționate pe coloanele **7**, pe care culisează traversa **5**, cu o deplasare limitată cu piulițele **6** și distanțierele **6a**, cu o suprafața sferică **5a**, pe care se auto-orientează ghidajul **4** cu suprafața sferică omoloagă **4b** și care prezintă canale radiale **4a** pentru evacuarea lichidului dielectric cu particulele îndepărtate din piesa prelucrată.

2. Echipament de ghidare a sculei și spălare a interstițiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** ghidajul **19** cu suprafața conjugată cu secțiune dreptunghiulară **19f** ghidează electrodul-sculă lamelar **20** și este prevăzută cu un orificiu **19a** de injecție a lichidului dielectric filtrat dispus sub un unghi de 45° față de verticală, canalele radiale **19e** dispuse în partea opusă orificiului de injecție **19a**, tecile **20a** și **20b**, care vin în contact cu electrodul-sculă lamelar **20** și care completează o suprafață cilindrică exterioară pentru prinderea electrodului-sculă **20** în bucsa elastică **15**.

3. Echipament de ghidare a sculei și spălare a interstițiului la micro-electroeroziune asistată ultrasonic, conform revendicării 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** ghidajul **19** cu suprafața conjugată cu secțiune circulară **19f** ghidează electrodul-sculă filiform **16**, fără orificiu axial de injecție a lichidului dielectric și care este fixat în bucsa elastică **15**.

DESENE

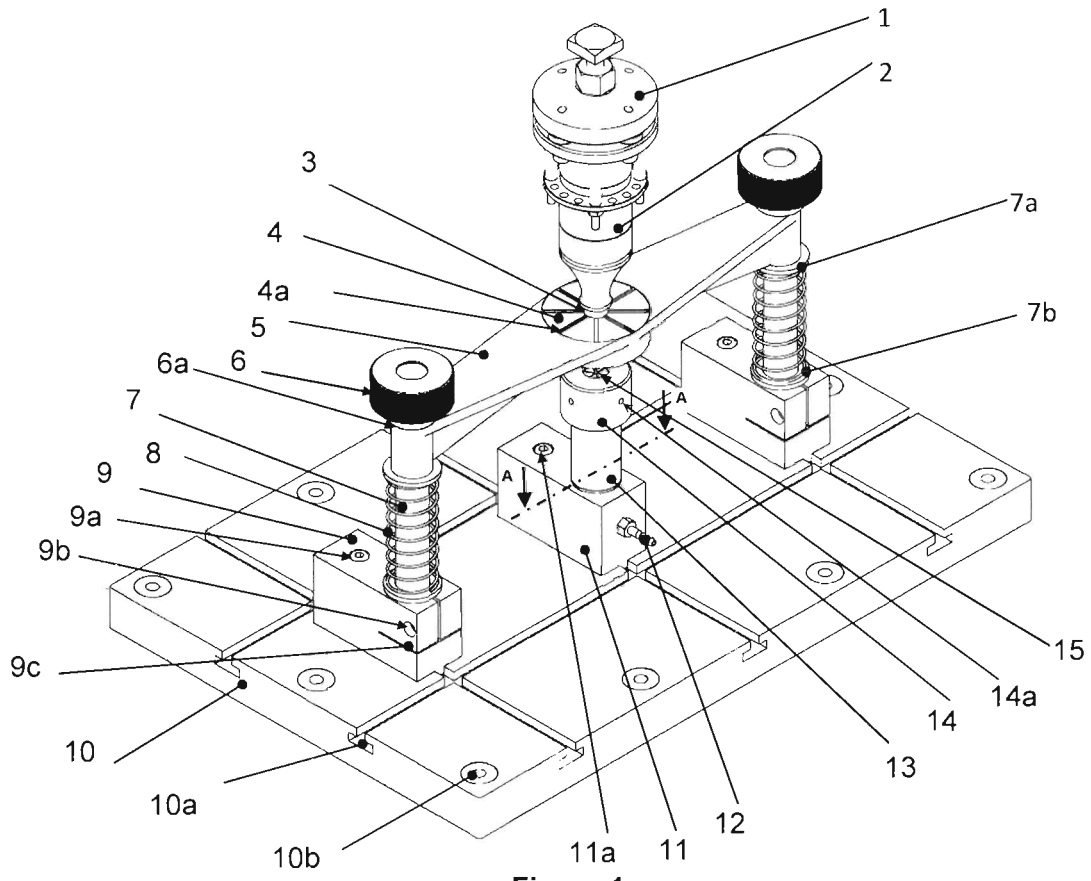


Figura 1

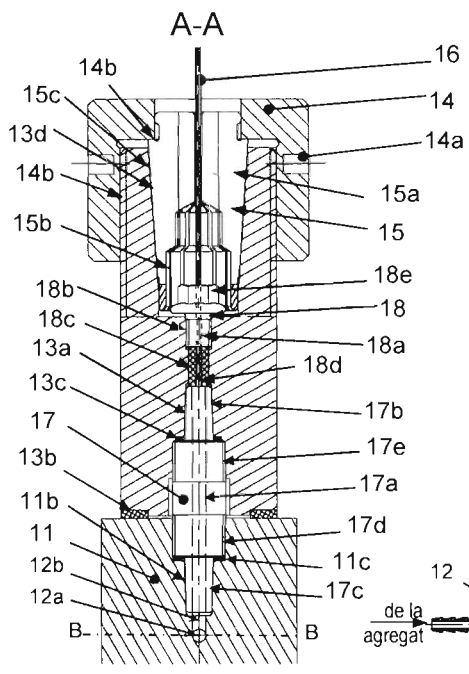


Figura 2

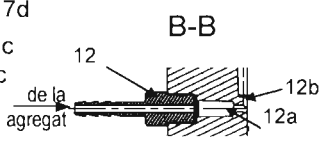


Figura 3

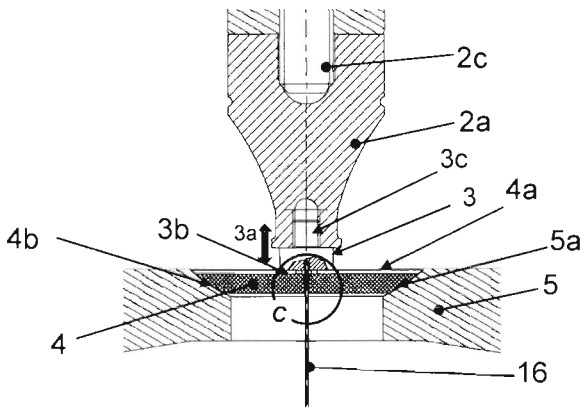


Figura 4

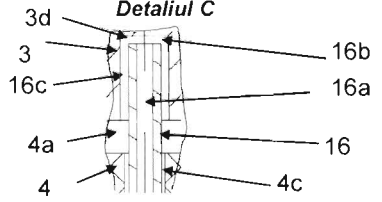


Figura 5



20

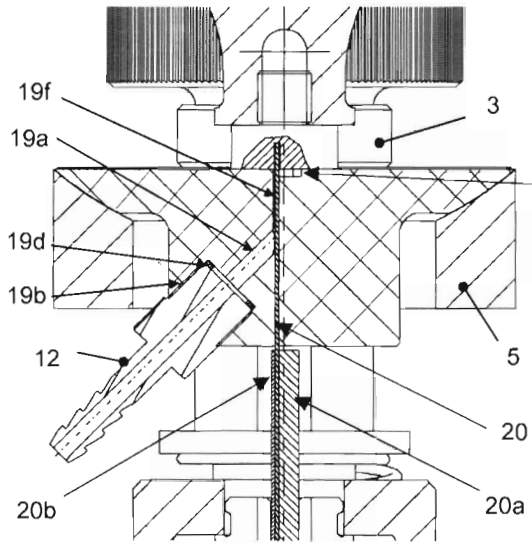


Figura 6

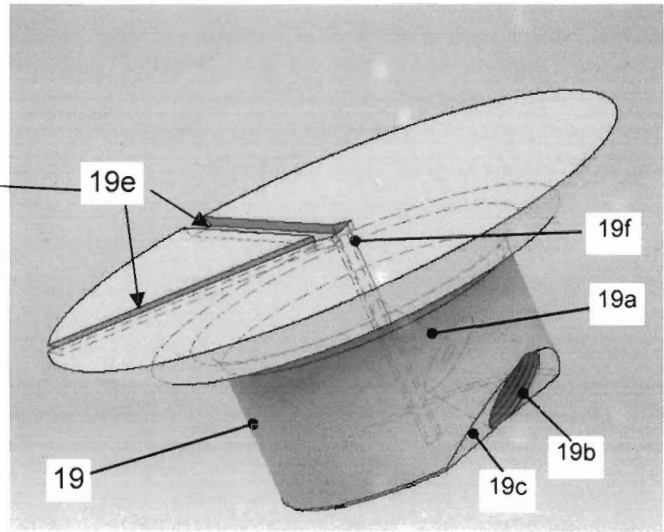


Figura 7